

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
IUNR

Eignung eines Multicrop-Systems in der biologischen Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen für einen Betrieb in Baselland



Bachelorarbeit

Reto Gabriel

Bachelorstudiengang 2016

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Abgabedatum: 13.01.2021

Korrektor 1: Alex Mathis, ZHAW Life Sciences und Facility Management, IUNR

Korrektorin 2: Julia Lietha, ZHAW Life Sciences und Facility Management, IUNR

Titelbild Gezeichnet für Amriza GmbH von Patrizia Stalder (2020)

Impressum

Schlagworte Arznei- und Gewürzpflanzen, Aromapflanzen, Anbauplan, Baselland, Beete, Betrieb, Biodiversität, biologische Landwirtschaft, Fruchtfolge, Kräuter, Multicrop-System, Standorteignung, Zeigerwerte

Zitiervorschlag Gabriel, R. (2021). Eignung eines Multicrop-Systems in der biologischen Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen für einen Betrieb in Baselland. Bachelorarbeit. Wädenswil: ZHAW, Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen (IUNR).

Institut Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen (IUNR), Wädenswil

Zusammenfassung

Die Nachfrage nach biologischen Arznei- und Gewürzpflanzen ist in der Schweiz gross. Für einen neuen Betrieb im Kanton Basel-Landschaft, welcher sich auf die Verarbeitung und Vermarktung von Naturkosmetik spezialisiert, wurde untersucht, ob sich der Anbau in einem Multicrop-System eignet. Ziel der Arbeit war es, eine Standorteignung durchzuführen, die Kulturansprüche von Arznei- und Gewürzpflanzen aufzuzeigen und Empfehlungen für den Anbauplan zu geben. Im Anbauplan wurde versucht das Multicrop-System zu integrieren, welches auf die Bedürfnisse und Ressourcen des Betriebes ausgerichtet ist.

Für die Standorteignung sind die klimatischen Bedingungen und die Eigenschaften des Bodens von den vorhergesehenen Anbauflächen des Betriebes mit den Standortanforderungen der gewünschten Arznei- und Gewürzpflanzen verglichen worden. Die vorhergesehenen Kulturen eignen sich alle bis auf gewisse Einschränkungen einzelner Kulturen und konnten je nach Bodenansprüche der möglichst geeignetsten Parzelle zugeordnet werden. Die Edelman-Bohrung zeigt, dass eine Parzelle bis acht Meter entfernt stärker von temporärer starker Vernässung betroffen ist, was die Anbauempfehlung einzelner Kulturarten begünstigt. Durch die Spatendiagnose mit Gefügebonitur konnte festgestellt werden, dass die untersuchten Böden eine befriedigende bis gute Bodenstruktur aufweisen. Aufgrund der Topografie weisen einige Anbauflächen eine hohe Erosionsgefahr auf und sind teilweise stärker von Spätfrösten betroffen. Diese Gefahren können jedoch durch unterschiedliche Massnahmen vermindert werden. Die festgestellten Lichtverhältnisse der Anbauflächen eignen sich für die Lichtansprüche der Kulturen. Betriebswirtschaftlich gesehen kann sich der Anbau von vielen verschiedenen Arznei- und Gewürzpflanzen für kleinere Betriebe lohnen, sofern die Vermarktungs- oder Verarbeitungsmöglichkeit gegeben ist. Ein grosser Mehrwert des erstellten Anbauplanes liegt darin, dass Biodiversität und Produktion vereint wird und nicht miteinander in Konkurrenz steht. Gerade in Betracht des ungenügenden Zustandes der Biodiversität in der Schweiz, sollten kleinräumige, nachhaltige Anbausysteme gefördert werden. Durch sie kann eine Vielfalt an Strukturen und Mikroklimata entstehen, wovon zahlreiche Tierarten profitieren. Im Anbauplan wurde das Multicrop-System an die betrieblichen Rahmenbedingungen angepasst und Empfehlungen zur Beetplanung und Beetgestaltung gegeben. Die Umsetzung und Ansprüche eines Multicrop-Systems hängen massgeblich vom Betrieb ab. Anhand von arbeitswirtschaftlichen und betriebspolitischen Gründen, kann die Eignung eines Multicrop-Systems für den Betrieb als gut eingeschätzt werden. Des Weiteren gibt der Anbauplan Hinweise für den Pflanzenschutz, sowie zur Fruchtfolge- und Düngungsplanung. Berechnungen zum Arbeitszeitbedarf der Ernte zeigen auf, dass diese für die standardisierten Beete stark variieren können.

Abstract

There is a great demand for organic medicinal and spice plants in Switzerland. For a new farm which specialises in the processing and marketing of natural cosmetics in the canton of Basel-Landschaft, the suitability of cultivation in a multicrop system was investigated. The aim of the work was to carry out a suitability study of the site, to show the requirements of medicinal and spice plant cultures and to give recommendations for the cultivation plan. In the cultivation plan, an attempt was made to integrate the multicrop system, which is geared to the needs and resources of the farm.

For site suitability, the climatic conditions and soil properties of the farm's predicted cultivation areas have been compared with the site requirements of the desired medicinal and aromatic plants. The foreseen crops are all well suitable with the exception of only certain individual crops and could be assigned to the most suitable plot depending on the soil requirements. The Edelman drill shows that a plot up to eight metres away is more affected by temporary heavy waterlogging, which favours the cultivation recommendation of individual crop types. Through the spade diagnosis with microstructure testing, it was possible to determine that the investigated soils have a reasonable to good soil structure. Due to the topography, some cultivated areas have a high risk of erosion and are partly more affected by late frosts. However, these risks can be reduced by various measures. The light conditions found on the cultivated areas are suitable for the light requirements of the crops. From an economic point of view, the cultivation of many different medicinal and aromatic plants can be worthwhile for smaller farms, provided that there are marketing or processing opportunities. A major added value of the cultivation plan is that biodiversity and production are combined and do not compete with each other. Particularly in view of the inadequate state of biodiversity in Switzerland, small-scale and sustainable cultivation systems should be promoted. They can create a diversity of structures and microclimates, from which numerous animal species benefit. In the cultivation plan, the multicrop system was adapted to the operational framework conditions and recommendations were given for bed planning and bed design. The implementation and requirements of a multicrop system depend largely on the farm. On the basis of labour economics and operational policy reasons, the suitability of a multicrop system for the company can be assessed as good. Furthermore, the cultivation plan advises on plant protection as well as crop rotation and fertiliser planning. Calculations of the working time required for harvesting show that these can vary greatly for the standardised beds.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Theorieteil	3
2.1	Betrieb Amriza GmbH	3
2.2	Arznei- und Gewürzpflanzen	4
2.3	Standortansprüche	5
2.3.1	Boden	6
2.3.2	Klima	9
2.3.2.1	Klimaansprüche von Arznei- und Gewürzpflanzen	9
2.3.2.2	Örtliches Klima Reigoldswil.....	12
2.3.2.3	Zukünftiges Klima Jura/Basel-Landschaft	13
2.3.3	kritische Beurteilung zu den Zeigerwerten	14
2.4	Topografie	15
2.5	Multicrop-System	16
2.6	Anbauplan	18
2.6.1	Pflanzenschutz	19
2.6.2	Fruchtfolge	21
2.7	Betriebswirtschaft	22
3	Methoden und Materialien	24
3.1	Standortanalyse Boden	24
3.1.1	Spatendiagnose mit Gefügebonitur	24
3.1.2	Probenahme mit dem Edelman-Bohrer	24
3.1.3	Laborwerte.....	25
3.2	Lichtverhältnisse	25
3.3	Datenbeschaffung.....	26
3.4	Datenauswertung und visualisierung für Standorteignung mittels Ampelsystem	26
3.5	Anbauplan	26
3.6	Berechnung Arbeitszeitaufwand für Ernte.....	27
4	Ergebnisse.....	28
4.1	Standortanalyse Boden	28
4.1.1	Spatendiagnose.....	28
4.1.2	Edelman-Bohrung	30

4.1.3	Laborwerte.....	31
4.2	Lichtverhältnisse.....	32
4.3	Standorteignung Ampelsystem	33
4.4	Anbauplan	34
4.4.1	Produktionsmengen, Anbaufläche und Zuteilung der Kulturen auf die Parzellen	34
4.4.2	Vorschlag für die Beetgestaltung auf den Parzellen	35
4.4.3	Kulturdaten für Beetplanung	39
4.4.4	Fruchtfolgeplanung.....	40
4.5	Arbeitszeitbedarf für Ernte	42
5	Diskussion	43
5.1	Der Betrieb und der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau.....	43
5.2	Standorteignung	43
5.3	Anbauplan	46
5.4	Betriebswirtschaft und Arbeitszeitberechnung der Ernte	50
6	Fazit	52
7	Literaturverzeichnis.....	53
	Anhang	56

1 Einleitung

Es besteht in der Schweiz eine grosse Nachfrage nach biologischen Arznei- und Gewürzpflanzen. Gemäss BIOAktuell (2020) bleibt der Biokräuteranbau in der Schweiz ein Nischenprodukt, obwohl der Bioflächenanteil bei ein- und mehrjährigen Arznei- und Gewürzpflanzen 2019 61% betrug. Die getrockneten Kräuter finden Verwertung in Tees, als Gewürze, Süswaren, Kosmetik oder zu Heilzwecken. Über 200 Bio-KräuterproduzentInnen kultivieren in der Schweiz auf einer Fläche von rund 250 Hektaren verschiedene Arznei- und Gewürzpflanzen. Davon variieren die Flächen von rund 200m² bis über 12 Hektaren je Betrieb, wobei der Trend bei wenigen, aber grösseren KräuterproduzentInnen liegt. Normalerweise erfolgt der Anbau von Kräutern im Vertragsanbau, einige Betriebe jedoch produzieren kleinere Mengen von Kräutern, welche sie über die Direktvermarktung absetzen können (Agridea, 2007).

Eine hohe Nachfrage nach Naturkosmetikprodukten aus regionaler und biologischer Landwirtschaft wird von der Amriza GmbH in Reigoldswil (BL) wahrgenommen. Die Amriza GmbH betreibt den Kräuteranbau mit Verarbeitung, Pflanzendestilliererei und Direktvermarktung im sehr kleinen Stil seit 2016. Ab 2021 wird diese Tätigkeit stark ausgebaut und der Anbau, die Verarbeitung und die Vermarktung werden im landwirtschaftlichen Betrieb geführt. Vorliegende Arbeit untersucht, ob sich der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau in einem Multicrop-System auf den neuen Anbauflächen eignen würde. Laut M. Daepf von der Interessengemeinschaft Bio-KräuterproduzentInnen Waldhofkräuter und C. Carron der Forschungsgruppe Gewürz- und Medizinalpflanzen von Agroscope in Conthey (VS), gibt es noch keine Forschung und gross angelegten Flächen im Bereich Multicrop-System im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau (persönliche Mitteilungen, 2020). Einzelne Arten von Arznei- und Gewürzpflanzen werden generell auf grösseren Flächen angebaut. Nur einige kleinere Betriebe bauen ihre Arznei- und Gewürzpflanzen in einem Multicrop-System an. Dies meist aufgrund von arbeitswirtschaftlichen, aber auch aus betriebspolitischen Gründen.

Die Chancen von einem Multicrop-System liegen beim Beitrag zur Biodiversität, der Schädlingsregulierung, der Staffelung der Erntezeitpunkte, der hohen Diversität an Kulturen auf einer Fläche und einfachem manuellen Arbeiten wie Jäten und Ernten. Aufgrund der Komplexität des Themas und mangelnder Datengrundlage ist es schwierig Rückschlüsse daraus zu ziehen, ob und inwiefern sich Gewürz- und Arzneipflanzen als Kulturnachbarn gegenseitig beeinflussen. Dieses Thema wird deshalb nur am Rande in Kapitel 2.5 Multicrop-System behandelt und nicht in die Anbauplanung integriert. Die Planung des Anbaus in einem Multicrop-System, sollte auf den Betrieb abgestimmt sein, da beispielsweise die vorhandenen Arbeitsgeräte massgeblich die Breite des Beetes und des Weges bestimmen.

Die vorliegende Arbeit geht der Frage nach, ob sich die Gegebenheiten des Bodens und des Klimas für die vom Betrieb gewünschten Arznei- und Gewürzpflanzen eignen. Durch eine umfassende Standortbeurteilung soll für jede Arznei- und Gewürzpflanze eine oder mehrere mögliche Anbauflächen zugewiesen werden. Da die landwirtschaftlichen Anbauflächen gerade in der biologischen Produktion

auf die Bodenfunktion angewiesen sind, sollte der Boden vertieft berücksichtigt werden. Über die vorgesehenen Arznei- und Gewürzpflanzen sollen wesentliche Aspekte zusammengetragen werden, welche für den Anbau zentral sind. Neben Kulturanleitungen zu Arznei- und Gewürzpflanzen werden somit Themen wie Pflanzenschutz, Düngung und Fruchtfolge aufgegriffen. Aufgrund des Umfangs der vorliegenden Arbeit und fehlender genaueren Referenzdaten, wird für den Betrieb keine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt. Da der Arbeitszeitaufwand bei der Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen gegenüber sonstigen Ackerkulturen oft höher ist und stark variieren kann, sollte dieser berücksichtigt und aufgezeigt werden. Des Weiteren werden Ansätze gesucht, wie ein Multicrop-System in den Anbauplan umgesetzt werden kann, sodass diese möglichst an die Bedürfnisse, Infrastruktur und weiteren Ressourcen des Betriebes angepasst sind.

2 Theorieteil

Zu Beginn dieses Kapitels wird der Betrieb kurz vorgestellt. Die Kulturbedingungen von Arznei- und Gewürzpflanzen werden anhand einer Kulturanleitung veranschaulicht. Weiter werden die Standortansprüche der Gewürz- und Arzneipflanzen von Boden und Klima genauer untersucht. Dafür werden unter anderem die Zeigerwerte nach Landolt & Bäumler (2010) verwendet und ebenso kritisch beurteilt. Das örtliche Klima wird erläutert, sowie das zukünftige Klima im Kontext der Klimaveränderung. Da jede Anbaufläche anders exponiert ist, gibt die Topografie Auskünfte über Aspekte von Hangneigung und Höhenlagen. Das Kapitel Multicrop-System thematisiert die Vor- und Nachteile und enthält einige Aussagen von Praktikern, welche ein solches Multicrop-System für die biologische Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen anwenden. Des Weiteren wird innerhalb des Kapitel Anbauplan der Pflanzenschutz und die Fruchtfolge behandelt. Im letzten Teil wird die Betriebswirtschaft in Bezug auf den Anbau von Gewürz- und Arzneipflanzen erläutert.

2.1 Betrieb Amriza GmbH

Der Betrieb Amriza GmbH wird ab 2021 als Spezialkulturenbetrieb mit Arznei- und Gewürzpflanzen und eigener Verarbeitung/Vermarktung geführt. Die Bewirtschaftung des Betriebes umfasst rund 88 Aren, wovon auf rund 35 Aren Arznei- und Gewürzpflanzen und auf weiteren 35 Aren andere Spezialkulturen wie Beeren und Gemüse geplant sind. Gemäss den Berechnungen für die Rohleistung 2021, ergibt sich für die Bewirtschaftung und Verarbeitung ein Total von 0.62 Standardarbeitskraft (SAK). Der Betrieb (Abbildung 1 links) liegt in Reigoldswil im Kanton Basel-Landschaft und ist in der Hügelzone situiert.



Abbildung 1: Rund um den Hof (Bild links) des Betriebes befindet sich ein Teil der Landwirtschaftlichen Nutzfläche. Auf dem rechten Bild werden entsteinte und solargetrocknete Kirschen abgepackt (Fotos: Reto Gabriel).

Den Fokus hat der Betrieb auf die Verarbeitung der frischen Kräuter mittels Wasserdampfdestillation gesetzt. Damit können Hydrolate und ätherische Öle aus dem regionalen Kräuteranbau und Wildsammlung produziert werden, welche zu Naturkosmetik, im speziellen Shampoo und Lotionen weiterverarbeitet werden. Neben der Wasserdampfdestillation werden die frischen Pflanzenorgane ebenfalls durch Alkohol- und Ölauszüge verarbeitet oder mit dem Solar-Trockner (Abbildung 1 rechts), welcher eine Ladefläche von 20m² besitzt, getrocknet. Für das Jahr 2021 steht dem Betrieb eine 100 Liter Destille zur Verfügung. Für das Jahr 2022 ist eine 1000 Liter Destille vorgesehen. Auf

dem Hof befindet sich ein Produktionsraum, in welchem die Rohstoffe verarbeitet werden können. Für den Betrieb soll eine Anbauplanung für Arznei- und Gewürzpflanzen entwickelt werden, welche die Standortbedingungen, wie Klima und Boden, berücksichtigt und auf die Bedürfnisse des Betriebes abgestimmt ist. Rahmenbedingungen des Betriebes für den Anbauplan sind im Anhang 1 abgelegt.

2.2 Arznei- und Gewürzpflanzen

Eine klare Abgrenzung zwischen Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen ist nur schwer möglich, da der Übergang fließend ist (Dachler & Pelzmann, 2017). Bisher hat der Betrieb die Kräuter für Gewürz-, Tee- und hauptsächlich zu Kosmetikzwecken angebaut. Der Anbau für Arzneizwecke ist in Zukunft ebenfalls vorgesehen. Wenn in dieser Arbeit die Begriffe Arznei- und Gewürzpflanzen verwendet werden, so sind ebenfalls Tee- und Aromapflanzen gemeint.

Um einen Anbauplan und ein Multicrop-System zu erstellen, wurden die vom Betrieb gewünschten Arznei- und Gewürzpflanzen auf die wichtigsten Kulturbedingungen untersucht. Im Folgenden wird eine Kultur näher vorgestellt, welche die Herausforderung im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau mit den spezifischen Aspekten der Kulturbedingungen veranschaulicht. Eine Auflistung der Kulturbedingungen zu allen vom Betrieb gewünschten Arznei- und Gewürzpflanzen, ist im Anhang 2 zu finden.

Equisetum arvense

Klima- und Bodenansprüche

Equisetum arvense ist ökologisch sehr anpassungsfähig und kommt vorzugsweise an Flussufern und in Überschwemmungsgebieten vor. Somit etablieren sich ausladende Bestände auf Ackerflächen und Wiesen mit stets feuchtem Untergrund. Bei entsprechender Wasserversorgung kann *Equisetum arvense*, mit Ausnahme extrem felsiger oder lehmiger Böden, auf jedem Bodentyp gut angebaut werden (Adam, Asche, Fritzsche & Achleitner, 2007).

Stellung in der Fruchtfolge

Der mehrjährige *Equisetum arvense* gilt als selbstverträglich und kann durch ständige Verjüngung durch das Neupflanzen von Rhizomstücken aufrechterhalten werden. Dadurch ist eine Eingliederung in eine Fruchtfolge nicht sinnvoll (Adam et al., 2007). Laut dem Merkblatt von Agroscope ist *Equisetum arvense* ein Unkraut, welches aufgrund des weitreichendes Rhizomsystems und den eingelagerten Reservestoffen als schwierig zu bekämpfen gilt (Total & Keller, 2018).

Herkünfte bzw. Sorte

Es stehen keine Sorten zur Verfügung, da *Equisetum arvense* nicht gezüchtet wird. Für einen Bestandesaufbau kann das Vermehrungsmaterial aus Wildvorkommen bezogen werden. Im Folgejahr sollte der Bestand auf der Anbaufläche genügend vermehrungsfähige Rhizome ausgebildet haben (Adam et al., 2007).

Anbautechnik

Zur Bestandesgründung eignen sich am besten Rhizomstücke mit mindestens drei Nodien, welche im Herbst oder Frühling, vor Austrieb der grünen Triebe, gepflanzt werden können. In einem Versuchsanbau wurden erfolgreich Rhizome mit 50 cm Reihenabstand und 20 cm Pflanzabstand in 15 cm tiefe gesetzt. Der Bedarf an Vermehrungsmaterial entspricht 18 Rhizome/m² und soll auf einer gut geebneten, feinkörnig gelockerten Fläche vorgenommen werden. Im zweiten Standjahr ist der Bestand in der Vegetationsperiode geschlossen und eine manuelle Unkrautbekämpfung muss teilweise durchgeführt werden. Eine umfassendere Bestandespflege kann nach dem Rückzug im Herbst und vor dem Austrieb im Frühjahr durchgeführt werden. Für ein erhöhtes Wachstum und Ertrag sind 40 mm Niederschlag pro Woche während der intensiven Triebentwicklung (Anfang Juni bis Ende August) empfehlenswert (Adam et al., 2007).

Ernte

Im ersten Standjahr liegt der Ertrag unter 5 dt/ha und es wird angeraten, die Pflanzen im ersten Jahr nicht zu beernten. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich dadurch der Ertrag im Folgejahr erhöht. Im zweijährigen Bestand werden die grünen Triebe im Juni/Juli auf einer Höhe von wenigen Zentimetern über der Bodenfläche abgeschnitten. Bei dieser Ernte kann mit maximal 21 kg/Are gerechnet werden. Pro Jahr kann die Kultur einmal geerntet werden (Adam et al., 2007).

Die Kulturanleitungen von Arznei- und Gewürzpflanzen enthalten viele wichtige Informationen und sind deshalb genauer zu studieren. Da die Klima- und Bodenansprüche von Arznei- und Gewürzpflanzen wichtige Bedingungen der Anbauplanung sind, werden diese im folgenden Kapitel zu den Standortansprüchen genauer erläutert.

2.3 Standortansprüche

Die Standortansprüche der Arznei- und Gewürzpflanzen an Bodenbedingungen und Kleinklima ist so unterschiedlich wie die angebauten oder anbaufähigen Arten. Das natürliche Verbreitungsareal zeigt die Standortansprüche gut auf. Beispielsweise kommen *Valeriana officinalis*, *Angelica archangelica* und *Rhodiola rosea* über dem 55. Breitengrad (z.B. nördlich von Deutschland) vor. Solche Pflanzen gedeihen in einer kurzen Vegetationsperiode und sind robust gegen Winterhärte. Hingegen sind *Foeniculum vulgare*, *Salvia officinalis* und *Melissa officinalis* um den 40. Breitengrad (Mittelmeerraum) beheimatet, sind wärmeliebend und frostempfindlich (Plescher, 2014).

Neben Fachbüchern zu Arznei- und Gewürzpflanzen, beschreiben die Zeigerwerte nach Landolt & Bäumler (2010) die Umweltansprüche an das Klima oder den Boden mithilfe von Zeigerwerten. Folgend werden neben allgemeinen Aspekten von Boden und Klima, Zeigerwerte der vorgesehenen Arznei- und Gewürzpflanzen genauer untersucht und im letzten Kapitel kritisch beurteilt.

2.3.1 Boden

Eine Vielzahl an edaphischen (bodenbedingten) Faktoren, wie vor allem die Bodenart, der Bodentyp, die Ansprüche an den pH-Wert, der Wasserbedarf und der Bedarf an Humus bzw. organischer Substanz, sind für eine optimale Entwicklung der Pflanzen von Bedeutung (Adam et al., 2007).

Tabelle 1: Allgemeine Eigenschaften der Hauptbodenarten von Sand, Schluff, Ton und Lehm (Adam et al., 2007).

Merkmale	Bodenart				Legende zur Tabelle	
	Sand	Schluff	Ton	Lehm	Signatur	Bedeutung
Bearbeitung	++	±	--	+	++	sehr gut (sehr hoch)
Nährstoffspeicherung	--	-	++	+	+	gut (hoch)
Nährstoffnachlieferung	-	+	+	++	±	befriedigend (mittel)
Schadstoffakkumulation	-	+	++	++	-	schlecht (wenig)
Wasserkapazität	--	+	++	++	--	sehr schlecht (sehr wenig)
Wassernachlieferung	-	++	-	+		
Dränung	++	--	-	±		
Erodierbarkeit	±	+	--	-		

Die Darstellung von Tabelle 1 erlaubt, eine Einschätzung hinsichtlich einer Anbaueignung aus Sicht der Bodenarten für Arznei- und Gewürzpflanzen vorzunehmen. Sandige Böden sind zwar vorteilhaft in der Bearbeitung und der Drainagewirkung, jedoch ist die Nährstoffspeicherung und die Wasserkapazität sehr schlecht. Lehmige Böden haben viele gute Eigenschaften, wie gute Bearbeitung, Wassernachlieferung und Nährstoffspeicherung, sowie sehr gute Nährstoffnachlieferung und Wasserkapazität (Tabelle 1). Böden mit Lehmantteilen eignen sich daher für viele Gewürz- und Arzneipflanzen. Aufgrund von schlechter Bearbeitbarkeit, Wassernachlieferung und Drainagewirkung, werden schwere Tonböden als ungeeignet betrachtet (Adam et al., 2007). Plescher (2014) bewertet tonige Böden ebenfalls als eher ungeeignet und bevorzugt Böden mit Lehm- und Lössanteilen aufgrund der guten Bearbeitungsfähigkeit, Nährstoffspeicherung und günstigem Wasserhaushalt für Arznei- und Gewürzpflanzen.

Nach den Datenblättern Arznei- und Gewürzpflanze von Agridea (2007), ist der Anbau auf tonhaltigen schweren Böden dennoch für die meisten Arznei- und Gewürzpflanzen möglich. Nicht empfohlen für den Anbau auf tonhaltigen, schweren Böden wird *Hyssopus officinalis*, *Aloysia citrodora* und *Rosmarinus officinalis*. Diese Arten bevorzugen sandiger Lehm. Unbedingt auf tonhaltigen, schweren Böden sollte *Mentha x piperita* stehen (Agridea, 2007).

Der geeignete Standort bezüglich des Bodens hängt nicht nur von den Herkunftsbedingungen der Kultur und ihren möglichen Ertragsleistung ab, sondern ebenfalls von den erzielbaren Gehalten an sekundären Inhaltsstoffen, wie beispielsweise den ätherischen Ölen und seinen Komponenten. So wurden bei *Thymus vulgaris*, welcher in Felshainen und Macchien vorkommt, die besten Erträge in gut strukturierten Böden wie Schwarzerdeböden mit guter Nährstoffversorgung erreicht (Vogel, Hartmann & Krahnstöver, 1996). Um die Qualität des Aromas nicht massgeblich ungünstig zu beeinflussen, sollte der Boden für *Thymus vulgaris* nicht übermässig nährstoffreich sein (Heeger, 1956). Bei Versuchen zu verschiedenen Wachstumsbedingungen wurde festgestellt, dass die Veränderung des pH-Wertes um 1 bis 1,5 höher oder niedriger, keinen signifikanten Einfluss auf das Wachstum

einiger Arznei- und Gewürzpflanzen haben. So konnte ohne negative Auswirkungen *Matricaria chamomilla* bei pH 7,3 bis 8,1 und *Origanum majorana* bei pH 5,6 bis 6,4 in diesen Bereichen kultiviert werden (Flück, 1954).

Die Herkunftsbedingungen von Arznei- und Gewürzpflanzen können somit Orientierungswerte liefern, sind jedoch unter bestimmten Umweltbedingungen variabel. Trotz der Komplexität liefern Untersuchungen und Beobachtungen zu Umweltbedingungen, wie diese von Landolt & Bäumler (2010), nützliche Entscheidungshilfen für die Anbauplanung.

Bodenindikatoren nach Landolt & Bäumler

Um das ökologische Verhalten bzw. die Standortsbeziehung der Pflanzen unter dem Einfluss des Bodens besser analysieren zu können, werden folgend die Zeigerwerte von sechs Bodenindikatoren von Landolt & Bäumler (2010) verwendet.

Die Autoren weisen darauf hin, dass sowohl die Klimafaktoren, sowie auch die Bodenfaktoren nicht voneinander unabhängig sind. Hat eine Pflanze eine höhere Feuchtezahl, so hat diese ebenfalls eine besser Nährstoffversorgung, da sie bei genügend Wasservorrat mehr Wasser und damit auch mehr Nährstoffe aufnehmen kann. Eine niedrige Nährstoffzahl ist meist gepaart mit einer niedrigen Reaktionszahl und eine hohe Humuszahl mit einer schlechten Durchlüftung des Bodens (Landolt & Bäumler, 2010). Die Auflistung der Zeigerwerte wird zur Übersichtlichkeit mit Zahlenwerten angegeben. In der folgenden Tabelle 2 werden die einzelnen Indikatoren genauer beschrieben.

Tabelle 2: : Bezeichnung der Werte zur Feuchtezahl, Wechselfeuchtezahl, Reaktionszahl, Nährstoffzahl, Humuszahl und Durchlüftungsahl (Landolt & Bäumler, 2010).

FEUCHTEZAHL									
WERT BEZEICHNUNG	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
	Sehr trocken	Trocken	Mässig trocken	frisch	Mässig feucht	Feucht	Sehr feucht	Nass	Überschwemmt

WECHSELFUCHTEZAHL		
WERT BEZEICHNUNG	1	2
	Feuchte wenig wechselnd	Feuchte mässig wechselnd
		3
		Feuchte stark wechselnd

REAKTIONSAHL				
WERT BEZEICHNUNG	1	2	3	4
	Stark sauer pH 2.5-5.5	Sauer pH 3.5-6.5 (2.5-7.5)	Schwach sauer bis neutral pH 4.5-7.5 (3.5->8.5)	Neutral bis basisch pH 5.5-8.5 (4.5->8.5)
				5
				Basisch (pH 6.5-8.5)

NÄHRSTOFFZAHL				
WERT BEZEICHNUNG	1	2	3	4
	Sehr nährstoffarm	Nährstoffarm	Mässig nährstoffarm bis mässig nährstoffreich	Nährstoffreich
				5
				Sehr nährstoffreich bis überdüngt

HUMUSZAHL		
WERT BEZEICHNUNG	1	3
	Wenig bis kein Humus	Mittlerer Humusgehalt
		5
		Hoher Humusgehalt

DURCHLÜFTUNGSZAHL		
WERT BEZEICHNUNG	1	3
	Schlechte Durchlüftung	Mittlere Durchlüftung
		5
		Gute Durchlüftung

Der erste Bodenindikator Feuchtezahl kennzeichnet die mittlere Feuchtigkeit und weist darauf hin, ob am hauptsächlichen Standort der Art geringe oder grosse Bodenfeuchtigkeit herrscht. Die Wechselfeuchtezahl zeigt die am Standort wechselnde Feuchtigkeit des Bodens an. Die Reaktionszahl charakterisiert, inwiefern der Boden sauer oder basisch ist. Bei den pH-Zahlen gilt bei der Variationsbreite (vergleiche Tabelle 2) der Bereich in den Klammern. Die Nährstoffzahl ist ein Mass für den im Boden verfügbaren Nährstoffgehalt, wie Stickstoff und Phosphor. Die Humuszahl gibt den Humusgehalt wieder. Bei der Durchlüftungszahl wird in drei Zahlenwerten angegeben, wie gut der Boden mit Sauerstoff versorgt wird (Landolt & Bäumler, 2010).

Um das ökologische Verhalten bzw. die Standortsbeziehung der Pflanzen unter dem Einfluss des Bodens besser analysieren zu können, werden folgend von sechs Bodenindikatoren die Zeigerwerte der vom Betrieb vorgesehenen Pflanzenarten verwendet (Tabelle 3).

Tabelle 3: Zeigerwerte mit den Bodenindikatoren für die vom Betrieb ausgewählten Pflanzenarten. V gibt dabei die Variation an, welche bei I (max. eine Klasse über/unter der angegebenen Zahl) klein und bei II (mind. drei Klassen verbreitet, wobei max. zwei Drittel der gesamten Variationsbreite) gross ist (Landolt & Bäumler, 2010).

	Feuch- tezahl	v	Wechsel- feuchtezahl	Reaktions- zahl	v	Nährstoff- zahl	v	Humus- zahl	v	Durchlüf- tungszahl	v
<i>Ackerschachtelhalm (Equisetum arvense)</i>	4	II	3	3	II	3	I	3	II	1	I
<i>Basilikum (Ocimum basilicum)</i>	3.5	I	1	3	I	3	I	3	I	3	I
<i>Engelwurz (Angelica archangelica)</i>	4.5	I	2	3	II	4	I	3	I	1	I
<i>Frauenmantel Gelbgrüner (Alchemilla xanthochloras)</i>	3.5	II	2	3	I	4	I	3	II	1	I
<i>Gewürzfenchel (Foeniculum vulgare ssp. Vulgare)</i>	2.5	I	1	4	I	3	I	3	I	3	I
<i>Kamille (Matricaria chamomilla)</i>	3	I	2	4	I	4	II	3	I	1	I
<i>Kornblume (Centaurea cyanus)</i>	2.5	I	3	3	II	3	II	3	I	3	I
<i>Lavendel (Lavendula angustifolia)</i>	1.5	I	1	3	I	2	I	3	I	3	I
<i>Lavendel Speiklavendel (Lavandula latifolia)</i>	1.5	I	1	3	II	2	I	3	I	3	II
<i>Mädesüss (Filipendula ulmaria)</i>	4	I	3	3	II	4	I	5	I	1	I
<i>Malve (Malva sylvestris ssp. Mauritiana)</i>	3	I	1	3	I	4	I	3	I	3	I
<i>Melisse (Melissa officinalis)</i>	3	I	1	4	I	4	I	3	I	3	I
<i>Minze, Pfefferminze (Mentha x piperita)</i>	3.5	I	2	4	I	4	I	3	I	1	I
<i>Muskateller Salbei (Salvia sclarea)</i>	1	I	1	3	I	3	I	3	I	3	I
<i>Oregano (Origanum vulgare)</i>	2	I	1	4	II	3	I	3	I	3	I
<i>Ringelblume (Calendula officinalis)</i>	2.5	I	1	3	I	4	I	3	I	3	I
<i>Rosmarin (Rosmarinus officinalis)</i>	1.5	I	1	4	I	2	I	3	I	3	I
<i>Salbei (Salvia officinalis)</i>	1.5	II	1	4	I	3	I	3	II	3	II
<i>Schafgarbe (Achillea millefolium)</i>	2	I	1	3	I	3	II	3	I	3	II

<i>Thymian (Thymus vulgaris)</i>	1	I	1	3	I	2	I	3	I	3	I
<i>Ysop (Hyssopus officinalis var. Decumbens)</i>	1	I	1	4	I	2	I	1	II	3	I

Equisetum arvense mit einer Feuchtezahl von 4 bevorzugt nasse Böden, wobei die Art eine grosse Variation aufweist und ebenfalls mit mässig feuchten Bodenverhältnissen gedeihen kann (Tabelle 3). So liegt es nahe, dass sie ebenfalls an eine stark wechselnde Bodenfeuchte angepasst ist. *Angelica archangelica* kommt bei sehr nassen Böden vor. Feuchte Böden werden von *Alchemilla xanthochloras*, *Filipendula ulmaria* und *Mentha x piperita* gerne besiedelt, wobei diese Pflanzen ebenfalls mit mässig bis stark wechselnder Bodenfeuchte zurechtkommen. Trockene Böden mit wenig wechselnder Bodenfeuchte bevorzugt hingegen *Lavendula angustifolia*, *Lavandula latifolia*, *Salvia sclarea*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris* und *Hyssopus officinalis*. Mit der Reaktionszahl von 3-4 kommen die Arten der Tabelle, bis auf eine Ausnahme, auf schwach sauren, bis basischen Böden vor. *Filipendula ulmaria* hat mit 5 die höchste Humuszahl und gedeiht daher in Böden mit hohem Humusgehalt. Im Gegensatz dazu hat *Hyssopus officinalis* die Humuszahl 1 und bevorzugt wenig bis keinen Humus. Nährstoffarme Böden werden von *Lavendula angustifolia*, *Lavandula Latifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* und *Hyssopus officinalis* bevorzugt. Die weiteren Arten von Tabelle 3 sind auf mässig nährstoffarmen bis nährstoffreichen Böden anzutreffen. Bei der Durchlüftungszahl kommen die Arten entweder auf Böden mit guter oder mit schlechter Durchlüftung vor. *Lavandula Latifolia*, *Salvia officinalis* und *Achillea millefolium* haben jedoch eine grosse Variation, sodass diese ebenfalls auf Böden mit mittlerer Durchlüftung anzutreffen sind.

2.3.2 Klima

Ansprüche von Pflanzenarten an das Klima sind vielfältig und unterscheiden sich je nach den klimatischen Ansprüchen. Die Zeigerwerte der Klimaindikatoren nach Landolt & Bäumler (2010) lassen sich gut veranschaulichen und miteinander vergleichen. Trotz kritischer Beurteilung eignen sie sich als Entscheidungshilfe für eine mögliche Anbauempfehlung. Um diese Zeigerwerte mit dem Standort des Betriebes zu vergleichen, wurde das örtliche Klima von Reigoldswil (BL) untersucht. Da der Klimawandel eine wichtige Herausforderung mit Chancen und Gefahren für die Landwirtschaft darstellt, wird auch das zukünftige Klima in diesem Kapitel thematisiert.

2.3.2.1 Klimaansprüche von Arznei- und Gewürzpflanzen

Durch die klimatischen Bedingungen der natürlicher Herkunftsregionen von Arznei- und Gewürzpflanzen, lassen sich die klimatischen Ansprüche im Wesentlichen ableiten (Adam et al., 2007). Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen zeigt sich jedoch auch ausserhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes als geeignet. *Matricaria chamomilla*, welche im östlichen Mittelmeergebiet verbreitet ist, kann in trockeneren Anbaugebieten wie beispielsweise in Ägypten oder Spanien einmal geerntet werden. Bei feuchterer Witterung kann *Matricaria chamomilla* mehrere Blütengenerationen ausbilden, was mehrere Pflückdurchgänge ermöglicht. Längere Vegetationsperioden können der Ertragsbildung zugutekommen. Nicht optimale Standortbedingungen können jedoch zur Erhöhung der Anfälligkeit gegenüber Schwäche- oder polyphagen Krankheitserregern führen (Plescher, 2014).

Durch die Auswirkungen von optimalen oder abweichenden klimatischen Bedingungen, können Unterschiede bei der Vegetationsdauer und den Gehalten an bestimmten Inhaltsstoffen bei der Biomasseproduktion entstehen. Durch die Sortenwahl und technische Massnahmen sind Anpassungen an die vorhandenen klimatischen Bedingungen möglich (Adam et al., 2007).

Thymus vulgaris bevorzugt ein warmes Klima mit langer Sonnenscheindauer in mittelfeuchter bis trockener und windgeschützter Lage, was wichtige Faktoren für eine gute Inhaltsstoff- und Aromaentwicklung sind (Heeger, 1953). Kästner (1960) wies jedoch darauf hin, dass bei *Thymus vulgaris*, *Mentha x piperita*, *Melissa officinalis* und *Salvia officinalis* der Gehalt an ätherischen Ölen durch ein trockenes Sommerwetter gesenkt wird und feuchtes, kaltes Wetter den Gehalt erhöhen würde. Bei frostempfindlichen Pflanzen und starken Temperaturschwankungen empfiehlt Vogel (1996) ein Anhäufeln und Bedecken mit organischen Materialien. Die Frostempfindlichkeit und die damit verbundenen Auswinterungsschäden hängen laut Adam et al. (2007) ebenfalls von der Intensität und Höhe des Schnittes ab, welche vor allem bei einigen mehrjährigen Arznei- und Gewürzpflanzen wie etwa dem *Thymus vulgaris* eine Rolle spielt. Neben den Auswinterungsschäden können weitere abiotische Schäden wie Spätfröste, Hagel-, Wind-, Regen- und Trockenheitsschaden auftreten.

Bei der Standortwahl kann berücksichtigt werden, dass Temperatur- und Feuchtebedingungen möglichst die Ausbreitung von Krankheiten nicht begünstigen und Regionen mit leichten Winden in diesem Zusammenhang von Vorteil sind, da dort die Abtrocknung der Blätter besser gewährleistet wird. (Adam et al., 2007). Gerade bei Flächen auf unterschiedlichen Höhenstufe wird empfohlen, die Artenauswahl so zu treffen, dass die am besten angepassten Pflanzen kultiviert werden können (Agridea, 2007).

Klimaindikatoren nach Landolt & Bäumler

Um das ökologische Verhalten bzw. die Standortsbeziehung der Pflanzen unter dem Einfluss des Klimas besser analysieren zu können, werden nachfolgend von drei Klimaindikatoren die Zeigerwerte von Landolt & Bäumler (2010) verwendet. Die Autoren weisen darauf hin, dass die drei Klimazahlen nicht voneinander unabhängig sind, denn eine grössere Lichteinstrahlung bringt vermehrt Wärmeeinstrahlung, was zeitweise zu grösseren Temperaturschwankungen und geringerer Luftfeuchtigkeit führen kann. In Tabelle 4 werden die Werte von Temperaturzahl, Kontinentalitätszahl und Lichtzahl genauer beschrieben.

Tabelle 4: Bezeichnung der Werte zur Temperaturzahl, Kontinentalitätszahl und Lichtzahl (Landolt & Bäumler, 2010).

TEMPERATURZAHL									
WERT BEZEICHNUNG	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
	Alpin und nival	Unter- alpin	Subalpin	Unter- subalpin und ober- montan	Montan	Unter- montan und ober- collin	Collin	Warm- collin	Sehr warm- collin

KONTINENTALITÄTSZAHL					
WERT BEZEICHNUNG	1	2	3	4	5
	Ozeanisch	Subozeanisch	Subozeanisch bis subkontinental	Subkontinental	kontinental

LICHTZAHL					
WERT BEZEICHNUNG	1	2	3	4	5
	Sehr schattig	Schattig	Halbschattig	Hell	Sehr hell

Die Temperaturzahl gibt die mittlere Lufttemperatur an, bei welcher die Pflanze in der Vegetationszeit gedeiht (Tabelle 4). Die Kontinentalitätszahl nimmt Bezug auf Sonneneinstrahlung, Wintertemperaturen und Luftfeuchtigkeit und deutet an, ob an einem Standort der Art trockene Luft mit hohen Temperaturunterschieden (hohe Zahlen) oder eher feuchte Luft und geringere Temperaturunterschiede (tiefe Zahlen) vorherrschen. Die Lichtzahl gibt die mittlere Lichtmenge an und zeigt an, ob die Art an hellen (hohe Zahlen) oder eher schattigen Standorten (tiefe Zahlen) anzutreffen ist (Landolt & Bäumler, 2010).

Um das ökologische Verhalten bzw. die Standortsbeziehung der Pflanzen unter dem Einfluss des Klimas besser analysieren zu können, werden folgend von drei Klimaindikatoren die Zeigerwerte der vom Betrieb vorgesehenen Pflanzenarten verwendet (Tabelle 5).

Tabelle 5: Zeigerwerte mit den Klimazahlen der ausgewählten Kulturen: Temperaturzahl, Kontinentalitätszahl und Lichtzahl. v gibt dabei die Variation an, welche bei I (max. eine Klasse über/unter der angegebenen Zahl) klein und bei II (mind. drei Klassen verbreitet, wobei max. zwei Drittel der gesamten Variationsbreite) gross ist (Landolt & Bäumler, 2010).

	Temperaturzahl	v	Kontinentalitätszahl	v	Lichtzahl	v
<i>Ackerschachtelhalm (Equisetum arvense)</i>	-	-	3	I	3	II
<i>Basilikum (Ocimum basilicum)</i>	5	I	1	I	4	I
<i>Engelwurz (Angelica archangelica)</i>	2.5	I	3	I	3	I
<i>Frauenmantel Gelbgrüner (Alchemilla xanthochloras)</i>	3	II	2	I	3	II
<i>Gewürzfenchel (Foeniculum vulgare ssp. Vulgare)</i>	5	I	3	I	4	I
<i>Kamille (Matricaria chamomilla)</i>	4	II	3	I	4	I
<i>Kornblume (Centaurea cyanus)</i>	4	I	4	I	4	I
<i>Lavendel (Lavandula angustifolia)</i>	4	II	4	I	3	I
<i>Lavendel Speiklavendel (Lavandula latifolia)</i>	4	I	3	I	4	I
<i>Mädesüss (Filipendula ulmaria)</i>	3	I	3	I	3	II
<i>Malve (Malva sylvestris ssp. Mauritiana)</i>	4.5	I	2	I	4	I
<i>Melisse (Melissa officinalis)</i>	4.5	I	2	I	3	I
<i>Minze, Pfefferminze (Mentha x piperita)</i>	4	I	3	I	3	I
<i>Muskateller Salbei (Salvia sclarea)</i>	5	I	4	I	4	I
<i>Oregano (Origanum vulgare)</i>	3.5	I	4	I	3	I
<i>Ringelblume (Calendula officinalis)</i>	4.5	I	3	I	4	I
<i>Rosmarin (Rosmarinus officinalis)</i>	5	I	2	I	3	I
<i>Salbei (Salvia officinalis)</i>	4.5	II	4	I	4	I
<i>Schafgarbe (Achillea millefolium)</i>	3	II	3	I	4	I
<i>Thymian (Thymus vulgaris)</i>	5	I	3	I	3	I
<i>Ysop (Hyssopus officinalis var. Decumbens)</i>	4.5	I	4	I	4	I

Die Temperaturzahl zeigt auf, dass vor allem *Ocimum basilicum*, *Foeniculum vulgare*, *Matricaria chamomilla*, *Lavandula angustifolia* und *latifolia*, *Malva sylvestris*, *Melissa officinalis*, *Mentha x piperita*, *Salvia sclarea*, *Calendula officinalis*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris*

und *Hyssopus officinalis* eine längere und wärmere Vegetationszeit in tieferen Lagen bevorzugen (Tabelle 5). Bei *Equisetum arvense* wurde zur Temperaturzahl und dessen Variation keine Werte gefunden. *Alchemilla xanthochloras*, *Filipendula ulmaria*, *Origanum vulgare* und *Achillea millefolium* mögen die montane Stufe und kommen mit etwas tieferer mittlerer Lufttemperatur in der Vegetationszeit zurecht. *Angelica archangelica* hat die tiefste Temperaturzahl und gedeiht auf höheren Lagen von montan bis unter-alpin. Bei der Kontinentalitätszahl hat *Ocimum basilicum* mit 1 den tiefsten Wert und verträgt gemäss dem Zusammenhang mit der Temperaturzahl keine Fröste. Keine Pflanze deutet auf schattige Standorte an, die Werte der Lichtzahl liegen zwischen halb-schattig bis hell. Bei einer kleinen Variation, welche mit römisch I gekennzeichnet ist, kann eine Pflanze maximal eine Klasse über/unter des angegebenen Zeigerwertes vorkommen. Bei einer grossen Variation, dargestellt mit römisch II, kann die Art in mindestens drei Klassen verbreitet sein, wobei diese jedoch maximal zwei Drittel der gesamten Variationsbreite einnimmt (Landolt & Bäumler, 2010).

Die klimatischen Gegebenheiten des Anbaubereiches sollten mit den klimatischen Standortanforderungen der gewünschten Arznei- und Gewürzpflanzen verglichen werden (Adam et al., 2007). Im Folgenden werden deshalb die klimatischen Bedingungen von der Region um Reigoldswil (BL) erläutert.

2.3.2.2 Örtliches Klima Reigoldswil

Das Juragebiet liegt im Bereich der West- bis Nordwinde und somit unter dem Einflussbereich des Atlantiks. Das vorwiegend atlantische Klima zeichnet sich durch relativ viele Niederschläge und hohe Luftfeuchtigkeit aus, bei mehr oder weniger ausgeglichenem Temperaturverlauf (Hess, 2015). Die Region Basel hat eine Entfernung von rund 750 Kilometer zum Atlantik und führt dazu, dass die Region im Übergangsbereich vom ozeanischen zum kontinentalen Klima liegt (Natur und Landschaft der Region Basel, 2020).

Klimanormwerte

Die nächstgelegene Messstation von den Anbauflächen mit statistischen Messwerten ist Rünenberg im Baselbiet. Die Messstation befindet sich auf 611 m Höhe ü. M. und liegt 15 km von Reigoldswil entfernt. Die meisten Anbauflächen befinden sich ebenfalls auf etwa 600 m ü. M. Durch die ähnliche Höhenlage eignen sich die Messwerte als Referenz besser, als die Station in Basel/Binningen, welche auf 316 m ü. M. liegt und sich 18 km entfernt von Reigoldswil befindet.

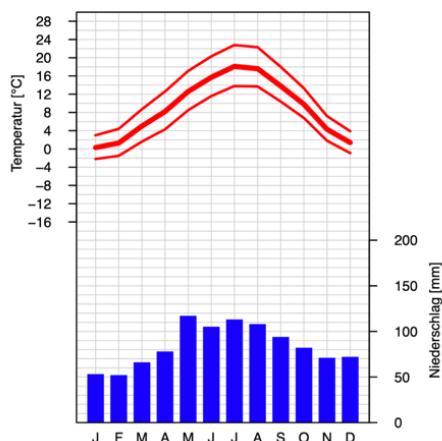


Abbildung 2: Klimadiagramm der langjährigen Monatsmittelwerten von der Maximum-, der Mittleren- und Minimumtemperatur sowie der monatlichen Niederschlagssumme von Rünenberg (MeteoSchweiz, 2020).

Abbildung 2 zeigt Monatsmittelwerte von Temperatur- und Niederschlag, welche in den Jahren 1981–2010 von MeteoSchweiz (2020) gesammelt wurden. Die durchschnittliche Minimumtemperatur im Januar liegt bei -2.2°C . Vom November bis März hat es etwa 26 Eistage. Fast 79 Frosttage wurden vom Oktober bis im April gezählt. Im Juli erreicht die durchschnittliche Höchsttemperatur 22.8°C . Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9.0°C . Die Monatsmittelwerte der Niederschläge sind im Winter niedriger als im Sommer. Die Anzahl Regentage sind jedoch im Sommer weniger, dafür gibt es mehrere grössere Niederschläge von 5-10 mm. Die durchschnittliche Niederschlags-summe pro Jahr beträgt 1009 mm (MeteoSchweiz, 2020). Da die letzten Messwerte 10 Jahre alt sind und das Klima sich zurzeit weltweit stark verändert, wird im folgenden Kapitel auf das zukünftige Klima eingegangen.

2.3.2.3 Zukünftiges Klima Jura/Basel-Landschaft

Der Klimawandel und seine Auswirkungen werden immer deutlicher. Hitzewellen, Trockenperioden, Starkniederschläge sowie schneearme Winter sind Klimaveränderungen, welche sich in den kommenden Jahren noch verstärken werden (Lufthygieneamt beider Basel, 2020). Um diese klimatische Veränderung für die Region des Betriebes einzuordnen, wird folgend auf den Fachbericht Klimaszenarien von MeteoSchweiz (2014) eingegangen.

Die zukünftige Klimaänderung und deren Auswirkungen im Jura werden folgend mit drei Klimaindikatoren dargestellt (Abbildung 3). Die Daten gelten für Standorte im Jura auf 500-800m ü.M. Dabei wurden folgende drei Emissionsszenarien verwendet (MeteoSchweiz, 2014):

A2	Stetige Zunahme der Treibhausgasemissionen bis 2100
A1B	Zunahme der Treibhausgasemissionen bis 2050, dann leichte Abnahme
RCP3PD	Emissionen werden bis 2050 um etwa 50% gesenkt und bis Ende Jahrhundert sogar auf die Werte um 1900 reduziert. Dieses Szenario beschränkt die globale Erwärmung gegenüber dem vorindustriellen Niveau auf 2°C .

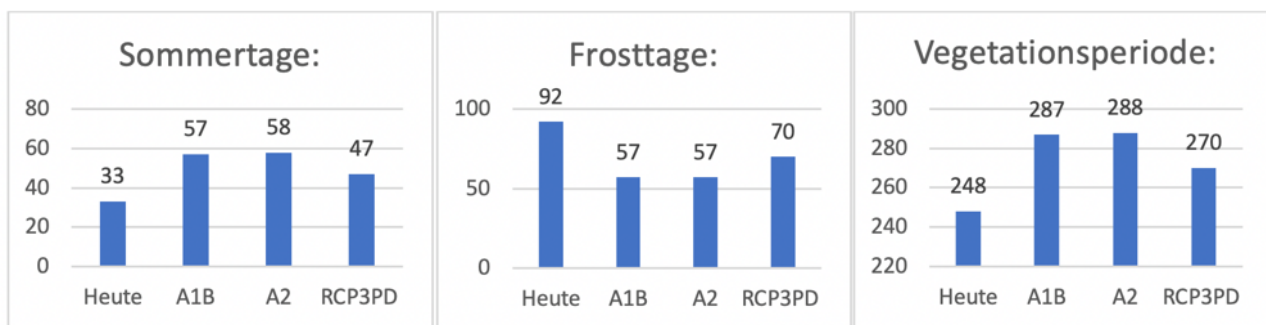


Abbildung 3: Schätzungen von Sommertage, Frosttage und Vegetationsperiode unter drei verschiedenen Szenarios im Jahr 2060 im Vergleich zu heute. Eigene Darstellung (MeteoSchweiz, 2014).

Unter dem A1B- und A2-Szenario nimmt die Zahl der Sommertage in den Juratälern um etwa drei Wochen auf über 57 Tage zu, wohingegen die Zunahme unter dem RCP3PD Szenario nur zwei Wochen beträgt (vergleiche Abbildung 3). Während der letzten 100 Jahren ist im Jura die Temperatur um über 1 °C angestiegen. Im A1B-Szenario für die Region Jura ist bis 2060 ein Temperaturanstieg um zusätzliche 1.1 bis 3.5°C wahrscheinlich. Aufgrund der vorhergesagten Klimaveränderung für die Region Jura ist je nach Szenario 2060 mit einer Abnahme, um rund 20 bis 40 Frosttage zu rechnen. Im Vergleich zu heute nimmt die Vegetationsperiode im Jahr 2060 um etwa 20-40 Tage zu.

Das Lufthygieneamt beider Basel (2020) zeigt im Statusbericht Klima die Konsequenzen für die Landwirtschaft auf. Durch trockene Sommer mit Wasserknappheit und Hitzetage erhöht sich der Bewässerungsbedarf und das Risiko von Verbrennungen durch Hitzestress. Zudem wird beobachtet, dass Starkniederschläge zunehmen, was Erosion und die Auswaschung von Nährstoffen zur Folge hat. Durch die erhöhten Durchschnittstemperaturen und der Abnahme von Frost- und Eistagen liegen die Gefahren bei frühem Beginn der Vegetationsperiode bei Frostschäden für empfindliche Kulturen. Als Chance werden neue oder verbesserte Produktionspotentiale für wärmebedürftige Pflanzen angesehen und bei höheren Temperaturen und längerer Vegetationsperioden könnten die Erträge im Ackerbau steigen. Als Konsequenz sollten daher Nutzpflanzen an das Klima angepasst und eine klimaschonende Bodenbewirtschaftung und Wassernutzung gefördert werden (Lufthygieneamt beider Basel, 2020).

2.3.3 kritische Beurteilung zu den Zeigerwerten

Durch Konkurrenz, Physiologie und Ernährung können Pflanzen nur unter bestimmten Umweltbedingungen an einem Standort gedeihen (Landolt & Bäumler, 2010). Bei der Pflanzenauswahl sollten daher die jeweiligen Ansprüche mit dem Standort verglichen werden. Ein Nachteil dabei ist, dass bei den Zeigerwerten nach Landolt & Bäumler (2010) durch die angegebenen Werte eine Genauigkeit und Eindeutigkeit vorgetäuscht wird, welche von der Realität abweichen kann. So besteht beispielsweise beim Feldanbau nahezu keine Konkurrenz, da die Beikräuter reguliert werden. Da mittlerweile viele Arznei- und Gewürzpflanzen auf Merkmale gezüchtet werden, weichen diese von der

Ursprünglichen Wildpflanze ab. Des Weiteren verhalten sich Pflanzen anders, wenn sie in Reinbeständen oder artenarmen Gruppen gehalten werden (Ellenberg, 2001). Der Vorteil liegt in der Informationsdichte und guter Vergleichbarkeit der Indikatoren (Landolt & Bäumler, 2010). Für *Aloysia citrodora*, *Monarda didyma* und *Monarda fistulosa* wurden keine Zeigerwerte nach Landolt & Bäumler (2010) gefunden, da diese Arten nicht in der Schweiz und benachbarten Gebieten mit einem Radius innerhalb von 30 km vorkommen.

Die Herkunftsbedingungen von Arznei- und Gewürzpflanzen können somit Orientierungswerte liefern, sind jedoch unter bestimmten Umweltbedingungen variabel. Trotz der Komplexität liefern Untersuchungen und Beobachtungen zu Umweltbedingungen, wie diese von Landolt & Bäumler (2010) nützliche Entscheidungshilfen für die Standorteignung und Anbauplanung.

2.4 Topografie

Laut der Fachstelle Bodenschutz ist das Erosionsrisiko ackerfähiger Böden bei einer Hangneigung von über 10% als hoch einzustufen (Lehman, 2000). Tabelle 6 zeigt, dass der Grossteil der Flächen mit ungefähr 41 Aren keine oder nur bis < 18% wenig Hangneigung haben. 15.5 Aren haben eine Hangneigung von 18-35% und 4 Aren eine extreme Hangneigung von > 35-50%. Somit können 20 Aren stärker von Erosion betroffen sein, was bei der Anbauplanung berücksichtigt werden sollte, um Massnahmen dagegen zu treffen. Neumatt 2 ist mit 8 Aren, Marchmatt mit 5 Aren und Will mit 6.5 Aren demnach dem Erosionsrisiko hoch ausgesetzt. Die Bodenart ist dabei ein beeinflussender Faktor für die Erodierbarkeit des Bodens. Laut Tabelle 1 weisen sandige und schluffige Böden eine erhöhte Erosionsanfälligkeit auf. Lehmige und Tonige Böden neigen jedoch wenig bis sehr wenig zur Erodierbarkeit.

Tabelle 6: Hangneigung, Höhenmeter, Höhenstufe und Landwirtschaftliche Zone der vorhergesehenen Parzellen (map.geo.admin, 2020).

Parzelle	Hangneigung	m ü.M.	Höhenstufe	Landwirtschaftliche Zone
Neumatt Garten	7 Aren < 18%	601-608	unter-mon- tan und ober- collin	Hügelzone
Neumatt 2	2 Aren < 18% 4 Aren 18-35% 4 Aren > 35-50%	601-610	unter-mon- tan und ober- collin	Hügelzone
Marchmatt	5 Aren < 18% 5 Aren 18-35%	584-589	unter-mon- tan und ober- collin	Hügelzone
Am Bach	27 Aren < 18%	538-540	unter-mon- tan und ober- collin	Hügelzone

Die Parzelle Will befindet sich mit über 680 m ü. M. in der Bergzone I. Alle anderen Parzellen sind mit 538-610 m ü. M. der Hügelzone zugeordnet (vergleiche Tabelle 6). Durch den Anbau auf verschiedenen Höhenlagen kann die Ernte gestaffelt durchgeführt werden. Der Anbau in höheren Lagen, wie beispielsweise die Parzelle Wil, könnte den Vorteil haben, dass durch die Höhenlage zum Teil die Inhaltsstoffe der Kräuter positiv beeinflusst werden können (Agridea, 2007). Laut G. Dubacher, Präsident der Vereinigung für biologischen Kräuteranbau im Schweizer Berggebiet, ist Qualität der Blüten von *Lavandula officinalis* im Berggebiet merklich besser, als in der Hügelzone (persönliche Mitteilung, 2020).

Kaltluftseen

Die Parzelle Marchmatt (586 m ü. M.) und am Bach (539 m ü. M.) sind weiter unterhalb der anderen Anbauflächen (600-685 m ü. M.) situiert. Durch die muldenartige Lage am unteren Hügel, könnten angebaute Kulturen stärker von Spätfrostschäden betroffen sein. Dies durch den Effekt von Kaltluftseen, bei welcher kalte Luft schwerer ist als warme und in Mulden oder Tälern hängen bleiben kann (Müller & Kellerhals, 1997). Laut der Frostkarte vom Geoinformationssystem Baselland ist nur die Fläche Marchmatt vom Spätfrost betroffen und wird mit einer extremen Spätfrostzone beurteilt (GeoViewBL, 2020). Alle anderen Anbauflächen sind als normale Spätfrostzone angegeben. Der Einfluss vom Wasser der Parzelle am Bach könnte wahrscheinlich einen Effekt auf das Mikroklima haben, weshalb diese weniger Frostempfindlich sind. Effekte von Kaltluftseen mit extremen Spätfrosten sind daher bei der Parzelle Marchmatt zu berücksichtigen und bei der Parzelle am Bach genauer zu beobachten.

2.5 Multicrop-System

Im biologischen Gartenbau ist der Begriff Mischkultur oder auch Multicrop-System weit verbreitet und findet zunehmend mehr Beachtung und Anwendung. Diese Anbaustrategie steht im Gegensatz zu den Monokulturen, bei welchen jeweils nur eine einzige Kultur bzw. eine Pflanzenart auf einer grossen Fläche kultiviert wird. In einem Multicrop-System dagegen, werden verschiedene Kulturen miteinander kombiniert, indem oft reihenweise gewechselt wird, gelegentlich auch innerhalb einer Reihe (Weinrich, 2019).

Murphy et al. (2003) definiert Multicropping, wenn zwei oder mehr Arten auf demselben Stück Land wachsen und sich zumindest ein Teil der Wachstumszyklen verschiedener Arten überschneiden. Somit sind Pflanzen verschiedener Arten genug beieinander, um Interaktionen in verschiedenen Stadien ihres Wachstums zwischen ihnen zu ermöglichen. Die Wahl der Arten für das Multicrop-System bzw. den Mehrfachtanbau mit den Kombinationen bestimmter Kulturen und ihre Pflanzreihenfolgen und -anordnung, hängt von Faktoren wie Länge der Vegetationsperiode, Standzeit und Standorteignung der Kultur ab. Des Weiteren beeinflusst der wirtschaftliche Wert, die leichte Kultivierbarkeit, der Nährstoffbedarf, die Pflanzdichte und der Pflanzabstand, die Sorte und der Typ der Pflanze, sowie weitere Faktoren die Wahl und Anordnung der verschiedenen Pflanzen (Murphy et al., 2003). Weinrich (2019) weist daraufhin, dass Pflanzen, welche in unmittelbarer Nähe

zueinanderstehen, sich gegenseitig positiv wie negativ beeinflussen können. So erwähnt der Autor die Brennnessel, welche als Nachbarpflanze den Gehalt an ätherischen Ölen positiv beeinflussen kann. Bohnenkraut kann das Aroma der Bohnen erhöhen und hält sie weitgehend von schwarzen Läusen fern. Durch verschiedene Wurzeltiefen und Nährstoffansprüche werden zudem die vorhandenen Nährstoffe im Boden unterschiedlich genutzt (Weinrich, 2019).

Zu den Vorteilen können nach Ehrmann & Ritz (2013) eine erhöhte Produktion, eine wirksame Schädlings-, Krankheits- und Unkrautbekämpfung, sowie eine verbesserte Bodengesundheit gehören. Innerhalb des Pflanze-Boden-Systems zeigt sich das Spektrum der Interaktionen über die Konkurrenz zwischen den Pflanzen, die Zusammensetzung und Struktur der Bodengemeinschaft, die Dämpfung von Schädlingen und Krankheiten, den Nährstoffkreislauf und die Dynamik der Bodenstruktur. Dabei erhöht die Diversität und Konkurrenz zwischen den Pflanzen effektiv die Art und Umfang von Wurzelgeflechten und durch allelopathische Interaktionen, könne die Schwere von Unkraut, Schädlingen und Krankheiten verringert werden (Ehrmann & Ritz, 2013).

Nach dem Bundesamt für Umwelt ist der Zustand der Biodiversität in der Schweiz unbefriedigend und daher ungenügend (BAFU, 2014). Laut L. Merkmalbach von der MerNatur Naturschutzbiologie GmbH in Therwil (BL) profitieren viele Insekten und Wildbienen, aber auch Vögel, wie der Gartenrotschwanz, von einer vielfältigen kleinräumigen Landwirtschaft. Multicrop-Systeme können durch die Vielfalt von verschiedenen Pflanzenarten auf einer Fläche, sowie der kleinräumigen Vielfalt an Strukturen und Mikroklimas, einen wichtigen Beitrag zur Biodiversität leisten (persönliche Mitteilung, 2020).

G. Dubacher, Präsident der Vereinigung für biologischen Kräuteranbau im Schweizer Berggebiet kultiviert in Ernen (VS) eine Versuchsfläche mit *Lavandula officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Achillea millefolium*, *Matricaria chamomilla* und *Hyssopus officinalis*, welche innerhalb der Reihen des Beetes gemischt werden. Laut G. Dubacher profitiert die Biodiversität massgeblich von der Mischkultur, jedoch zahlt sich der Mehraufwand bei der Pflege und der Ernte wirtschaftlich gesehen nicht aus (persönliche Mitteilung, 2020).

E. Grünenfelder, welcher den Betrieb Kräuterhof Le Plâne in Vaulion (VD) führt (Abbildung 4), sieht den Vorteil in der Biodiversität und in arbeitswirtschaftlichen Gründen. Wie in Abbildung 4 gut ersichtlich ist, verändert ein Multicrop-System das Bild der Landschaft. Durch eine landschaftliche Vielfalt entstehen zahlreiche Sinneseindrücke. Gerade Gewürz- und Arzneipflanzen können farbliche Akzente in die Landschaft bringen. Ob die Landschaftsästhetik einer Person entspricht, ist jedoch mehr eine subjektive Frage.



Abbildung 4: Luftbild vom Kräuterhof Le Plâne in Vaulion (VD). Die Reihenweise angebauten Kulturen sind gut zu erkennen (Biobergkräuter, 2020).

Bis auf die Feldvorbereitung erfolgen die weiteren Kulturmassnahmen manuell. Da der Betrieb wenig mechanisiert ist, ist das Hacken und das Ernten in Reihen am einfachsten (persönliche Mitteilung, 2020). Durch die Kultur in Reihen ergibt sich eine heterogene Landschaft mit kleinräumlichen Strukturen, welche in Abbildung 4 gut ersichtlich sind. Durch die hohe Vielfalt können Ernteaussfällen von Kulturen abgefedert werden. Je nach Unkrautdruck, wird versucht die Kulturauswahl vom Fruchtwechsel anzupassen. *Calendula officinalis* und *Matricaria chamomilla* sind Konkurrenzstark und kommen besser mit Unkrautdruck zurecht. Der jährliche Erfolg einer Kultur hängt nach E. Grüenberg nicht nur aus dem persönlichen Knowhow, sondern ebenfalls vom jährlichen Klima ab (persönliche Mitteilung, 2020).

D. Berweiler vom Calendula Kräutergarten bei Stuttgart in Deutschland bewirtschaftet seine Arznei- und Gewürzpflanzen ebenfalls in Reihenkulturen. Bei der Auswahl der Beetnachbarn achtet er, dass stark absamende Arten wie *Melilotus officinalis* oder *Silybum marianum* nicht neben einer mehrjährigen, langsam wachsender Kultur wie *Thymus vulgaris* angebaut werden. Ansonsten würde ein bedeutender Mehraufwand an Hackdurchgängen anfallen (persönliche Mitteilung, 2020).

Die Nachteile für ein Multicrop-System liegen beim Mehraufwand für die Anbauplanung. Die Fruchtfolge- und Düngungsplanung gestaltet sich aufgrund der vielen Beete als aufwändiger bei der Planung, sowie auch bei der Umsetzung. Aus wirtschaftlichen Gründen zahlt sich ein Multicrop-System für grössere, technisierte Betriebe kaum aus. Bei höherer Diversität ist auch ein höheres Knowhow der Mitarbeitenden gefragt. Ein ausgeklügelter Anbauplan ist deshalb ein wichtiger Faktor für das Gelingen der Kulturen.

2.6 Anbauplan

Neben den Standortanforderung sind Produktionsbedingungen wie Fruchtfolge, Düngung, Boden- vorbereitung, Saat- und Pflanzgut, Aussaat und Pflanzung, Ernte und Pflanzenschutz wichtige Aspekte eines Anbauplanes. Die meisten dieser Aspekte werden in den Kulturanleitungen (Anhang 2) für die vorgesehenen Arten erläutert und im Kapitel 4.4 Anbauplan veranschaulicht. Da der

Pflanzenschutz in den Kulturanleitungen fehlt, wird im folgenden Kapitel das Thema eingegangen. Da die Fruchtfolge für den Anbauplan wesentlich ist, wird sie ebenfalls genauer erläutert.

2.6.1 Pflanzenschutz

Unter Pflanzenschutz sind Massnahmen zu verstehen, welche die angebauten Kulturen vor Schäden durch Krankheiten und Schädlinge schützen sollten. Da viele Arznei- und Gewürzpflanzen noch nicht lange gezüchtet werden, stehen sie noch auf der Stufe der gerade erst in Kultur genommenen Wildpflanzen und weisen viele natürliche Resistenzen auf. Trotzdem können Schadorganismen die Ernte und Qualität der Kultur massgeblich beeinträchtigen (Dachler & Pelzmann, 2017).

Generell sollte die Befallsvermeidung zum Ziel gesetzt werden. Dieses beinhaltet unter anderem die richtige Standort- und Kulturartenwahl, die Einhaltung räumlicher und zeitlicher Abstände in der Fruchtfolge, die Verwendung resistenter Sorten, Schaffung optimaler Wachstumsbedingungen, die sachgemässe Bodenbearbeitung und Kulturpflege, die bedarfsgerechte Düngung, den Einsatz von gesundem Saat- und Pflanzgut und die Einhaltung der optimalen Saat- und Pflanztermine (Adam et al., 2007).

Tabelle 7 zeigt eine Übersicht, zu den wichtigsten Schädlingen von einigen Arznei- und Gewürzpflanzen.

Tabelle 7: Schädlinge an Arznei- und Gewürzpflanzen und ihr Schadpotential. Bei Lippenblütlern ist das Schadenspotential am grössten (Koller, Hauenstein & Rochat, 2020).

Familie	Pflanze	Lateinischer Name	Blattläuse	Zikaden	Raupen	Blattkäfer
Lippenblütler	Minzen (verschiedene)	<i>Mentha piperita</i> , <i>M. citrata</i>	○○○●	●●●●	○○○●	●●●●
	Salbei	<i>Salvia officinalis</i>	○○○●	●●●●	○●●●	○○●●
	Thymian	<i>Thymus vulgaris</i>	○○○●	●●●●	○○●●	○○○●
	Ysop	<i>Hyssopus officinalis</i>		●●●●	○○●●	
	Zitronenmelisse	<i>Melissa officinalis</i>		●●●●	○○○●	○○○●
Malvengewächse	Eibisch	<i>Althaea officinalis</i>	○○○●		○○○●	○○●●
	Malve	<i>Malva sylvestris</i>	○○○●		○○○●	●●●●
Korbblütler	Schafgarbe	<i>Achillea collina</i> (<i>A. millefolium</i>)	○○○●			
Rosengewächse	Frauenmantel	<i>Alchemilla xanthochlora</i>	○○○●			

Das Vorkommen (und damit das Schadenspotential) ist: ○○○● sehr gering ○○●● gering ○●●● mittel ●●●● gross

Das Vorkommen von Blattläusen ist auf vielen Gewürz- und Arzneipflanzen verbreitet, wobei das Schadenspotential generell als sehr niedrig eingestuft wird (vergleiche Tabelle 7). Schädlinge wie der Blattkäfer sind sehr spezialisiert und kommen Beispielsweise auf Minzen und Malven vor, wo sie ein grosses Schadenspotential darstellen können. Das Vorkommen von Zikaden ist bei Lippenblütlern gross (Koller et al., 2020).

Blattzikaden, vor allem die Arten *Eupteryx decemnotata*, *Eupteryx atropunctata* und *Emelyanoviana mollicula* gehören laut Lenne, Carron & Baroffio (2017) zu den wichtigsten Schädlingen der Arznei- und Gewürzpflanzen, da sie bei einer Massenvermehrung zu Entwicklungsstörungen der Kulturen führen. Durch Anbringen von Insektenschutznetzen über die Kulturen oder biologischen Insektiziden, kann die Kultur geschützt werden. Da diese Massnahmen teilweise nicht genügen, besteht weiterer Forschungsbedarf. Gute Ergebnisse lieferte ein Push & Pull Ansatz für die Bekämpfung von Zikaden auf Lippenblütlern. Bei dieser Strategie werden Pflanzenarten mit abstossender Wirkung wie dem Schnittlauch, der Schwefelverbindungen enthält und Pflanzenarten mit anziehender Wirkung, wie solche aus der Gattung der Minzen, verwendet. Jedoch ist die Umsetzung sehr aufwändig und anspruchsvoll (Lenne et al., 2017).

E. Theiler von der Napf-Kräuter GmbH in Hergiswil bei Willisau, begrenzt die Standzeit einer Kultur auf zwei Jahre und die Anbaupause einer Art derselben Familie auf sechs Jahre, um Fruchtfolgeprobleme zu verhindern (mündliche Mitteilung, 2020). In den letzten 20 Jahren traten keine Fruchtfolgeprobleme auf und es mussten keine Schädlingsbekämpfung vorgenommen werden.

Als weitere Schädlinge im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau gelten Schnecken, Drahtwürmer, Engerlinge, Schnaken, Thrips, weisse Fliegen, Wanzen, Spinnmilben, Frucht- oder Bohrfiegen und Nematoden (Koller et al., 2020). Laut C. Carron von der Agroscope in Conthey gibt es zurzeit keine schädlichen Virose im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau in der Schweiz (persönliche Mitteilung, 2020).

Als samenbürtige Krankheitserreger sind bei *Ocimum basilicum* vor allem der Falsche Mehltau (*Peronospora lamii*) und die Wurzel- und Stängelfäule (*Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici*) bekannt, da beide Pilze zu Totalausfällen führen können. Eine Desinfektion des Saatgutes mit belüftetem Dampf, kann nachhaltig die Kotamination durch samenbürtige Pilze verhindern (Heller & Zoller, 2010).

Besonders in mehrjährigen Kulturen können Mäuseplagen auftreten, da sie ungestört von Bodenbearbeitungsmassnahmen sich entwickeln können. Zu den wichtigsten natürlichen Feinden zählen Greifvögel wie Mäusebussard, Rotmilan, Falken und Eulen. Um ihren Jagderfolg zu erhöhen lohnen sich Sitzwarten, auf welchen die Tiere landen oder starten können. Die Höhe einer Sitzwarte sollte mindestens zwei Meter betragen und in alle Himmelsrichtungen ausgerichtet sein. Die Aufsitzholme sollten einen Durchmesser von 3 bis 4 cm haben, um der Spanne des Greiffusses zu entsprechen. Der geeignete Zeitraum für die Aufstellung von Sitzwarten fällt vor allem auf den Spätsommer (Adam et al., 2007).

Das Hermelin und das Mauswiesel haben sich auf Schermäuse, Feldmäuse, Erdmäuse und Rötelmäuse spezialisiert. Diese können durch Ast- und Steinhaufen mit Anzuchtkammern, vielfältige Hecken und Feld- und Ufergehölzen gefördert werden (Boschi & Krummenacher, 2018).



Abbildung 5: Agrarökologische Schädlingsregulierungspyramide zeigt Bausteine auf, für eine erfolgreiche Schädlingsregulierung (Koller et al., 2020).

Die Massnahmenpyramide (Abbildung 5) zeigt verschiedene Bausteine einer wirksamen Pflanzenschutzstrategie. Eine gute Basis bietet ein betriebliches Naturschutz- und Nachhaltigkeitskonzept. Sind naturnahe Lebensräume wie Hecken und Buntbrachen vorhanden, so werden Nützlinge gefördert. Neben einer geeigneten Standortwahl ist es wichtig optimale Kulturbedingungen zu schaffen. Geeignete Wachstumsbedingungen können durch eine zielgerichtete Nährstoff- und Wasserversorgung, sowie auch durch Vliese und Mulchfolien gefördert werden. Die Wahl toleranter oder resistenter Sorten kann beispielsweise bei *Mentha x piperita* das Vorkommen des Minzkäfers (*Longitarsus ferrugineus*) massgeblich beeinflussen (Koller et al., 2020). Da diese Insektenart keine grossen Distanzen zurücklegt und sich nur um eine Generation pro Jahr vergrössert, ist die Auswirkungen des Befalles vor allem in dreijährigen oder älteren Kulturen sichtbar. Wirtschaftliche Schäden vom Minzkäfer, könne durch kurze Fruchtfolgen verhindert werden (Baroffio, Richoz & Fischer, 2012).

Durch Nützlingsstreifen können Nützlinge, welche nur einen kleinen Bewegungsradius aufweisen, im Sinne einer Funktionellen Biodiversität gefördert werden. Biocontrol-Produkte können mit Bakterienpräparaten Raupen regulieren und Mai- und Junikäfer mit Pilzen reduziert werden. Als letzter Baustein der Massnahmenpyramide dienen direkte Pflanzenschutzmassnahmen. Um dabei die Nachhaltigkeit der Pflanzenschutzstrategie zu garantieren, ist es wichtig nützlingsschonende Pflanzenschutzmittel vorzuziehen (Koller et al., 2020).

2.6.2 Fruchtfolge

Nach Dachler & Pelzmann (2017) gelten prinzipiell für Gewürz- und Arzneipflanzen dieselben Regeln für die Fruchtfolge wie im normalen Ackerbau. So sollte beispielsweise der zeitliche Abstand zwischen Kulturarten derselben Familie eingehalten werden und die Wahl der Vorfrucht sollte geeignet sein. Gesichtspunkte der Nährstoffversorgung der Kulturen und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, sowie die Auswirkung auf den Besatz der Unkräuter sind ebenfalls zu beachten (Eghbal, Beck & Behrend, 2017).

Um das Unkrautproblem besser kontrollieren zu können, eignet sich früher oder später der Anbau einer Zwischenfrucht (Plescher, 2014). Durch eine geschickte Abfolge der Fruchtfolge, liegt der

Boden nur selten brach. Durch integrierte Zwischenfrüchte und Grünbrachen wird der Produktionsfaktor Boden gut genutzt und gegen Erosion geschützt. Um günstige Bodeneigenschaften wie Krümelstruktur und tiefgreifende Durchlüftung, welche Folgen eines aktiven Bodenlebens sind, zu erhalten und fördern, ist es nötig den Boden mit genügend organischem Material zu versorgen. Mit Ernterückständen und Gründüngungen wird dem Bodenleben schnell verfügbare Nahrung zugeführt (Eghbal et al., 2017). Arten, welche ein feines Saatbeet benötigen, sollten nicht nach Arten folgen, welche grobe Pflanzenreste hinterlassen (Dachler & Pelzmann, 2017). Bei der Fruchtfolge sollte beachtet werden, ob das Fruchtfolgeglied frische Stallmistgaben verträgt. Verträgt sie diese gut, wird von der 1. Tracht gesprochen. Zur 1. Tracht gehören beispielsweise *Mentha x piperita*, *Valeriana officinalis* und *Origanum vulgare*. Wird zwischen der Einarbeitung von Stallmist im Boden und dem Anbau einer Arznei- und Gewürzpflanze eine andere landwirtschaftliche Kultur empfohlen, so wird von der 2. Tracht gesprochen. *Thymus vulgaris* steht gemäss Anbauversuchen gut in der 2. Tracht, also beispielweise nach einer mit Stallmist gedüngten Hackfrucht. Gut in der 2. Tracht steht ebenfalls *Angelica archangelica* und *Ocimum basilicum*. Wird die Kultur noch in einem grösseren Abstand zur Stallmistgabe empfohlen, so steht diese in 3. Tracht. Für die 3. Tracht eignet sich *Foeniculum vulgare* gut (Adam et al., 2007).

Bei mehrjährigen Arznei- und Gewürzpflanzen kann eine Fruchtfolgeplanung von 10 Jahren sinnvoll sein, was teilweise schwierig ist, da die angebauten Kulturen je nach Nachfrage und Rentabilität sich von Jahr zu Jahr ändern (Adam et al., 2007). Die Fruchtfolgeplanung hängt demnach stark mit der Betriebswirtschaft zusammen.

2.7 Betriebswirtschaft

Um wirtschaftlich zu arbeiten, sollten die Produktionskosten gedeckt werden können. Dabei wird im Allgemeinen in der Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen ein möglichst hoher Hektarertrag angestrebt, welcher einen möglichst hohen Erlös erzielt und möglichst niedrige Kosten verursacht (Dachler & Pelzmann, 2017). Der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau weist generell einen eher höheren Arbeitszeitbedarf als sonstige Ackerfrüchte auf, wobei vor allem der Handarbeitszeitbedarf, bedingt durch den hohen Aufwand bei der manuellen Unkrautbekämpfung, höher ist (Pank, Baumann & Walter, 1990). In der Praxis ist es ebenfalls wichtig, Arbeitsspitzen soweit wie möglich zu vermeiden. Der Arbeitsaufwand zur Bestellung, Pflege und Ernte der Kultur muss entsprechend berücksichtigt werden (Eghbal et al., 2017). Hohe Erträge mit guter Qualität sind zum Erreichen der Konkurrenzfähigkeit nötig. Aufgrund geringer Handelsbeschränkungen müssen die Ernten mit billiger ausländischer Ware konkurrieren. Da der Verkaufserlös der Rohware eher niedrig ist, kann durch einen zunehmenden Grad der Verarbeitung und Vermarktung die Wertschöpfung erhöht werden. Um die Produktionskosten niedrig zu halten, können hohe Produktionsmengen angestrebt werden, indem mehrerer Produzenten sich zusammenschliessen und Ernte-, Aufbereitungsmaschinen und Trocknungsanlagen gemeinsam nutzen (Dachler & Pelzmann, 2017). Die Verarbeitungskapazität muss auf die betrieblichen Möglichkeiten der Flächenbereitstellung für die Sonderkulturen abgestimmt sein. In fast allen etablierten Spezialbetrieben ist sie der Flaschenhals, durch welchen das gesamte Erntegut hindurch muss und zwar nicht nur nach der Menge, sondern immer zum

richtigen Erntezeitpunkt. Das Erntezeitfenster von beispielsweise *Chamomilla matricaria* beträgt je Pflückdurchgang nur etwa 3 Tage. Bei *Mentha x piperita* und *Melissa officinalis* sind die Erntezeitfenster etwas länger. Werden die Kulturen überständig, so hat dies Ertrags- und vor allem Qualitätseinbussen zur Folge. Aus Sicht der Amortisationszeit von Investitionen in Trocknungstechnik, wird eine möglichst lange Trocknungssaison angestrebt (Plescher, 2014).

Für kleinere Betriebe kann die Kulturauswahl auf Hochpreisige aber auch auf arbeitsaufwändigere Spezialitäten bzw. Botanicals abgestimmt sein, wo kleine Mengen und Chargen in ganz speziellen Qualitäten nachgefragt sind. Vor allem kleine Erzeuger mit kleinen Anbauflächen dafür grosser Pflanzpalette, vermarkten Arznei- und Gewürzpflanzen selbst oder an regionale Märkte (Plescher, 2014). Vor der Aufnahme neuer Kulturarten sollten geklärt werden, welche Kulturen nachgefragt sind, ob die Kenntnisse des Betriebes für diese Nischenprodukte vorhanden sind, ob der Standort für die jeweiligen Kulturarten stimmen, ob Investitionen nötig sind und welche Preise realistischerweise erzielt werden können (Dachler & Pelzmann, 2017).

Um die Produktionskosten abzuschätzen, kann der Deckungsbeitrag (DB) berechnet werden. Dabei entspricht der DB der Differenz zwischen der Leistung bzw. Ertrag und den variablen Kosten eines Betriebszweigs. Fixkosten bestehen aus dem Teil der Kosten, welcher unabhängig von der Höhe der Produktionsmenge bleibt. Der DB muss diese Fix- sowie Arbeitskosten decken (Agridea, 2007). Um die wirtschaftliche Situation eines Betriebes nach einer Umstellung vorzuschätzen, kann eine Leistungs-Kostenrechnung erstellt werden. Dabei werden Kosten erfasst und den einzelnen Kostenträgern zugerechnet, worauf sie den Leistungen gegenübergestellt werden (Eghbal et al., 2017).

3 Methoden und Materialien

In der Standortanalyse Boden wurden drei Methoden angewendet, um Daten über den Boden des Standortes zu sammeln. Neben einer Spatendiagnose mit Gefügebonitur und einer Edelman-Bohrung, wurden Probenahmen für Laborwerte gesammelt. Die Methode der Lichtverhältnisse eignet sich, um Daten für die Sonnenscheindauer der einzelnen Anbauflächen zu bestimmen. Das Kapitel Datenbeschaffung geht auf die Herkunft der Betriebsinternen sowie externen Informationen ein. Des Weiteren wird erklärt, wie die Standorteignung mittels Ampelssystem durchgeführt wurde. Für den Anbauplan und die Berechnung des Arbeitszeitaufwandes für die Ernte, wurden einige Informationen zusammengetragen.

3.1 Standortanalyse Boden

Um Informationen zum Boden des Standortes zu sammeln, wurde eine Spatendiagnose mit Gefügebonitur durchgeführt, um einen Eindruck vom momentanen Zustand des Bodens zu bekommen. Weitere Probenahmen wurden mit dem Edelman-Bohrer vorgenommen und dokumentiert, sowie Bodenproben für die Laboranalyse entnommen.

3.1.1 Spatendiagnose mit Gefügebonitur

Die Bodenstruktur bzw. das Bodengefüge wurde mittels der Gefügebonitur nach Beste (2013) beurteilt. Die Gefügebonitur liefert Informationen über Parameter des Gefüges und es entsteht ein Gesamteindruck vom Bodenzustand. Somit kann der Bodenzustand systematisch untersucht und durch die Parametereinteilung verglichen werden. Ursachen für Veränderungen können bei regelmässiger Wiederholung genauer abgeleitet werden. Für die Bonitur wurde die Oberkrume (0-15 cm) und die Unterkrume (15-30 cm) bewertet. Für die Entnahme der Bodenziegel wurden zwei normale Spaten des Betriebes genommen, welche die Entnahme vergleichbarer Bodenziegel bis in 30 cm Tiefe ermöglicht. Vor der Entnahme des Bodenziegels wird eine kleine Grube ausgehoben und das von den zwei Spaten gehaltene Bodenprofil herausgenommen. Mithilfe eines kleinen Metallstabes können die seitlich gestörten Bereiche vorsichtig entfernt werden, sodass ein möglichst natürliches Abbröckeln erreicht wird (Beste, 2013). Anschliessend wird der Bodenziegel auf die Bodenaggregate, Durchwurzelung und sonstigen Merkmalen untersucht und dokumentiert (Anhang 3).

Auf jeder Parzelle wurden mindestens zwei Spatendiagnosen durchgeführt, um Vergleichswerte zu haben. Bei der grössten Parzelle «am Bach», welche im Vergleich zu den anderen mehr als doppelt so gross ist, erfolgten vier Spatendiagnosen. Bei der Wahl der Stelle zur Profilgrabung wurde darauf geachtet, dass die Fläche möglichst repräsentativ für die zu beurteilende Fläche ist.

Die Merkmalseinteilung der Bodenaggregate und die Gefügebonitur für tonige Böden nach Beste (2013), sind im Anhang 4+5 ersichtlich.

3.1.2 Probenahme mit dem Edelman-Bohrer

Um den Einfluss des Baches und dem Grundwasser von der Parzelle «am Bach» besser beurteilen zu können, wurden Probenahmen mit dem Edelman-Bohrer durchgeführt. Dabei wurde bei jeder

Bohrung, die vom Bohrkern enthaltene Erde in eine Plastikrinne gelegt. Da jeweils 20 cm Bohrprobe mit dem Bohrstock gewonnen werden, sind bei einer Beprobungstiefe von ca. 80 cm, vier Bohrungen nötig. Während den Bohrungen sollte darauf geachtet werden, dass die Bohrtiefe mit der Länge der gesamten Probe in der Plastikrinne übereinstimmt. Wird bei der Entnahme mit dem Bohrstock auf ein Hindernis, wie beispielsweise einem Stein gestossen, so kann die Bohrung um einen Meter nach rechts horizontal zum Bach erneut vorgenommen werden. Falls sich ein Hindernis bei einer Messung ein zweites Mal wiederholt, wird dies in der Dokumentation festgehalten.

Der Abstand zur Nachbarparzelle vom Bach beträgt etwa 20-25 Meter. Da die 27 Aren grosse Parzelle sich auf über 100 Meter am Bach erstreckt, wurden die Messungen an drei Stellen vorgenommen. Bei jeder Stelle erfolgte alle vier Meter vom Bach eine Messung. Somit gab es pro Stelle zwischen 5-6 Bohrungen. Die Probenahmen wurde schliesslich auf Grundwasser, Rostflecken und grauer Matrix untersucht und dokumentiert (Anhang 6).

3.1.3 Laborwerte

Für die Auswertung der Bodenprobe wurde die Labor Ins AG beauftragt, die von ihr angebotene ÖLN Analyse Total Special durchzuführen. Insgesamt wurden fünf Proben eingeschickt. Die Total Special Analyse beinhaltet folgende Parameter: pH, Ton/Schluff/Humus geschätzt, sowie die sofort verfügbaren und Reserven von P, K, Mg und Ca. Für die Entnahme der Bodenprobe, wurden auf jeder Parzelle zehn Einstiche mit dem Bohrstock in 20 cm Tiefe diagonal über der Parzelle vorgenommen. Die Erde vom Bohrstock wurde in einem Eimer gut gemischt und davon ein Liter in den vorgesehenen Probebeutel zur Analyse bereitgestellt.

3.2 Lichtverhältnisse

Mit dem Programm von Solartopo (2020) kann die Sonnenscheindauer für verschiedene Flächen berechnet werden. In der topographischen Analyse werden dabei Hügel und Berge miteinander berechnet. Für die Berechnungen der Tageslänge braucht das Programm die Koordinaten und das Datum (Abbildung 6). Pro Anbaufläche wurden jeweils drei Messungen durchgeführt, um einen Durchschnittswert zu ermitteln. Für jede Messung wurden fünf Daten zum Vergleich gewählt: 1. März 1. April, 1. Juli, 1. Oktober und 1. November.



Abbildung 6: Tageslänge vom 1. Juli 2020 auf der Parzelle Neumatt Garten (Solartopo, 2020).

3.3 Datenbeschaffung

Daten, Informationen sowie Bedürfnisse des Betriebes, welche für diese Arbeit eine Relevanz haben, wurden aus den Protokollen und Dokumenten des Betriebes genommen. Als Grundlage für die Anbauplanung gelten die definierten Rahmenbedingungen (Anhang 1). Einige Informationen, vorwiegend mündliche, entstanden durch den Austausch mit Bauern und Bäuerinnen, welche Beetweise Gewürz- und Arzneipflanzen anbauen. Da keine Literatur zum Anbau von Gewürz- und Arzneipflanzen in Multicrop-Systemen gefunden wurde, wird in dieser Arbeit häufig auf das Wissen solcher persönlichen Mitteilungen zurückgegriffen.

3.4 Datenauswertung und visualisierung für Standorteignung mittels Ampelsystem

Um zu prüfen und zu vergleichen, ob und für welche Parzellen sich die vorgesehenen Arznei- und Gewürzpflanzen eignen, wurde eine umfassende Tabelle erstellt (Anhang 7). Die Daten der Pflanzen stammen aus den Zeigerwerten für Klima und Boden aus dem Kapitel 2.3 Standortansprüche, sowie den Informationen aus den Kulturanleitungen vom Anhang 2. Die Soll-Werte zeigen, in welchen Bereichen die Pflanze in einem jeweiligen Zeigerwert vertreten ist. Die Soll-Werte basieren auf der Einschätzung aus den Daten der Bodenuntersuchungen und der Klimabeurteilung.

Zur Übersichtlichkeit und zur einfacheren Entscheidungshilfe wurden drei Kategorien mit jeweils einer Farbe erstellt. Die Farbe Grün gibt an, dass zu einem Zeigerwert an diesem Standort die Kultur als geeignet eingestuft wurde. Orange weist darauf hin, dass die Kultur an diesem Standort eher weniger geeignet ist und Rot zeigt auf, welche Standorte sich nicht eignen. Treffen sich die Soll und Ist Werte, so gilt der Standort als geeignet. Weisen die Soll und Ist Werte innerhalb der Zeigerwerte eine Klasse Unterschiede auf, so wurde diese mit Orange gekennzeichnet. Weisen die Soll und Ist Werte einen Unterschied von über einer Klasse auf, so wurde dies mit Rot gekennzeichnet. Diese Beurteilung wurde einerseits für jeden Zeigerwert und für jeden Standort gemacht und andererseits erfolgte für jede Kultur eine Empfehlung für den Standort. Diese Empfehlung wurde teilweise noch mit Prioritäten von 1-2 gekennzeichnet. 1. Priorität gibt an, dass die Kultur an diesem Standort am besten eignet. 2. Priorität zeigt, dass die Kultur für diesen Standort am zweitbesten geeignet ist. Zur gesamthaften Empfehlung für den jeweiligen Standort erfolgte zudem noch eine Einschätzung der Fachliteratur. Für drei Kulturen wurde keine Zeigerwerte gefunden. So erfolgte die Einschätzung und Empfehlung dieser Kulturen mithilfe der Informationen aus den Kulturanleitungen. Aus den Ergebnissen der Standorteignung (Anhang 7) und unter Berücksichtigung der Rahmenbedingung des Betriebes für den Anbauplan (Anhang 1) wurde eine Pflanzenliste (Tabelle 9 von Kapitel 4.3 Standorteignung Ampelsystem) für die einzelnen Parzellen erstellt.

3.5 Anbauplan

Für den Anbauplan wurden wesentliche Daten aus den Kulturanleitungen (Anhang 2) übersichtlich dargestellt und in Bezug zur Standorteignung (Anhang 7) und zu den betrieblichen Rahmenbedingungen (Anhang 1) gesetzt. Anhand vom Produktionsziel (Anhang 1) und den durchschnittlichen Frischmasse-Erträgen der verschiedenen Kulturen (Anhang 2), wurde die benötigte Anbaufläche

ermittelt. Vorschläge für die Anordnung der Beete auf den verschiedenen Parzellen, wurden auf dem Luftbild von map.geo.admin (2020) eingezeichnet. Eingegliedert im Anbauplan sind Vorschläge zur Umsetzung des Fruchtfolgeplanes, welche auf den Informationen aus den Kulturanleitungen und dem Theorieteil basiert.

3.6 Berechnung Arbeitszeitaufwand für Ernte

Um den Aufwand und das Verhältnis an Arbeitszeit zu den einzelnen Kulturen zu beurteilen wurden Berechnung zum Arbeitsaufwand gemacht. Vor allem der Arbeitsaufwand bei der Ernte der Kulturen kann stark variieren und wurde deshalb für die vorgesehenen Kulturen untersucht. Die Berechnungen sind auf die Erntemöglichkeiten des Betriebes abgestimmt und beziehen sich auf die 30-Meter-Beete. Dafür wurden die Ergebnisse in drei Kostengruppen eingeteilt. Arten der Gruppe 1 haben einen eher niedrigen Arbeitszeitbedarf, Arten der Gruppe 2 einen mittleren und Arten der Gruppe 3 einen hohen Arbeitszeitbedarf für die Ernte. Die Daten für die Berechnungen stammen aus den Kulturanleitungen (Anhang 2), Erfahrungswerten des Betriebes und persönlichen Mitteilungen (2020) von E. Grüninger und G. Dubacher, welche in kleineren Mengen Arznei- und Gewürzpflanzen anbauen.

4 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel Standortanalyse Boden, werden die Resultate von der Spatendiagnose, Edelman-Bohrung und den Laborwerten dargestellt. Das Ergebnis der Lichtverhältnisse zeigt die Sonnenscheindauer der einzelnen Parzellen auf. Die Resultate der Standorteignung Ampelsystem sind in einer Tabelle dargestellt, welche eine empfohlene Pflanzenliste für die einzelnen Anbauflächen darstellt. Im Kapitel Anbauplan werden Kulturinformationen zusammengetragen und in Bezug zu den Anbauflächen gestellt. Vorschläge einer Beetgestaltung wurden auf einem Luftbild eingezeichnet und Kulturdaten für die Beetplanung wurden möglichst übersichtlich veranschaulicht. Des Weiteren werden Vorschläge und Hinweise für eine mögliche Fruchtfolgeplanung abgegeben. Im letzten Teil wird der Arbeitszeitbedarf für die Ernte eines 30 Meter Beet der vorgesehenen Arznei- und Gewürzpflanzen dargestellt.

4.1 Standortanalyse Boden

Die Standortanalyse zum Boden beurteilt durch die Spatendiagnose das Bodengefüge der einzelnen Parzellen. Auf der Parzelle am Bach wurde zusätzlich eine Probenahmen mit dem Edelman-Bohrer durchgeführt, um diese auf den Wassereinfluss des Baches zu untersuchen. Die Resultate der Bodenproben geben Auskunft über Bodenart, Humus, pH-Wert und P K Mg Werte.

4.1.1 Spatendiagnose

Die Resultate der Spatendiagnose nach Beste (2013) sind in Abbildung 7 dargestellt. Um die Werte einschätzen zu können, hilft folgende Skala nach Beste (2013):

- < 3 = Bodenfunktion gestört, Handlungsbedarf
- ≥ 3 < 4 = kein akuter Handlungsbedarf, befriedigend
- ≥ 4 = Bodenfunktion gesichert, gut

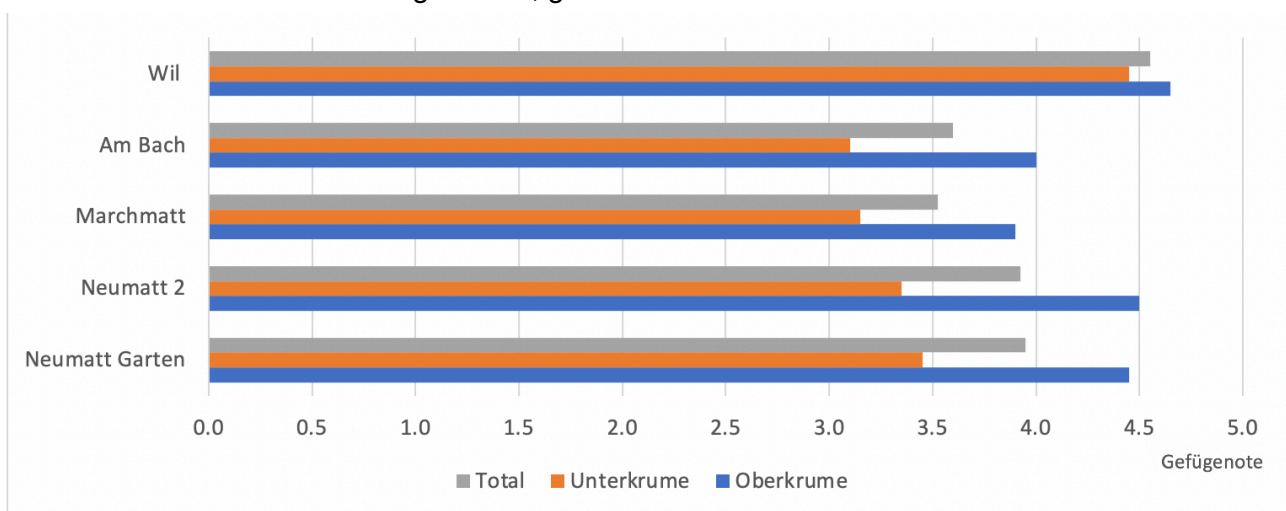


Abbildung 7: Durchschnittswerte der Gefügenoten für die Unterkrume, Oberkrume und den daraus entstehenden Mittelwert für das Total der Gefügenote einer Parzelle.

Die Durchschnittswerte der Gefügenoten liegen zwischen 3.1 und 4.7. Dabei schnitt die Unterkrume jeweils mit einer schlechter bewerteten Bodenstruktur ab, als die Oberkrume (Abbildung 7). Gemäss Beste (2013) wird eine Gefügenote unter 3 als ungenügend betrachtet, da die Bodenfunktion gestört ist und Handlungsbedarf besteht. Da keine Mittelwerte eine Gefügenote unter 3 haben, besteht kein akuter Handlungsbedarf auf allen Parzellen. Das Durchschnittstotal der Parzelle Wil weist mit 4.6 die beste Bonitierung auf und die Bodenfunktion gilt daher als gesichert und gut. Bei der Parzelle am Bach, Neumatt 2 und Neumatt Garten ist die Oberkrume ebenfalls gut und die Bodenfunktion gilt als gesichert. Bei den Parzellen am Bach, Marchmatt, Neumatt 2 und Neumatt Garten kann das Durchschnittstotal und die Unterkrume nach Beste (2013) als befriedigend eingeordnet werden. Vergleichen wir die zwei Bodenprofile der Parzellen Wil und Marchmatt (Abbildung 8 und 9) sind viele Unterschiede feststellbar.



Abbildung 8: Optimaler Gefügezustand des Bodens: Spatenprofil der Parzelle Wil weist einen lockeren durchwurzelten Boden mit einer guten Krümelstruktur auf (Foto: Reto Gabriel).



Abbildung 9: Bodenziegel der Parzelle Marchmatt: Im Unterboden sind grössere Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche vorhanden, welche erst bei starkem Druck zerfallen. Dichtes und kompaktes Gefüge nimmt gegen unten stark zu (Foto: Reto Gabriel).

Die braunschwarze Bodenfarbe von der Parzelle Wil weist auf mehr Organische Substanzen im Boden hin (vergleiche Abbildung 8 und 9). Der Gefügezustand der Parzelle Wil ist optimal, da bis in 30 cm Tiefe ein lockere und relativ krümelige Bodenstruktur vorherrscht. Das Mischgefüge besteht aus kleinen Aggregaten wie Krümel und kleinen Polyedern. Das Mischgefüge im Oberboden der Parzelle Marchmatt hat dagegen grössere Aggregate mit schärferen Kanten und glatteren Oberflächen. Der Unterboden besteht aus grösseren Gefügen, welches sichtlich kompakter und dichter in der Tiefe des Unterbodens wird. Weitere Bilder und Dokumentationen zu der Spatendiagnose sind im Anhang 3 zu finden.

4.1.2 Edelman-Bohrung

Tabelle 8 zeigt auf, dass eine zunehmende Vernässung zum Bach beobachtet wurde. Bei einer Entfernung von 12-20 Metern wurden keine Vernässungsmerkmale vorgefunden und dies auf allen drei Stellen, an welchen Messungen genommen wurden.

Tabelle 8: Dokumentation der ersten von drei Stellen, an welchen eine Edelman-Bohrung vorgenommen wurde. Mit Hilfe der Legende lässt sich ablesen, welche Merkmale in welcher Tiefe und in welchem Abstand zum Bach beobachtet wurden (Eigene Darstellung).

Tiefe cm	in	1.1 (Parzelle vorne) 4 m vom Bach	1.2 (Parzelle vorne) 8 m vom Bach	1.3 (Parzelle vorne) 12 m vom Bach	1.4 (Parzelle vorne) 16 m vom Bach	1.5 (Parzelle vorne) 20 m vom Bach
0		O	O	O	O	O
5		O	O	O	O	O
10		O	O	O	O	O
15		O	O	O	O	O
20		O	O	O	O	O
25		P	P	O	O	O
30		P*	P	P	P	P
35		P*	P	P	P	P
40		/*	P	P	P	P
45		/	P	P	P	P
50		W	P*	P	P	P
55		W	P*	P	P	P
60		W	P*	P	P	P
65		W	S	P	P	P
70		W		P	P	P
75		W		P	P	P
80		W		P	P	P
Legende		O=Oberboden, keine visuelle Vernässung erkennbar	P = Plattiger dichter Boden (schmieriger Ton)	* = Rostflecken W = Wasser	/= vernässter Boden, hellbraun mit Grautönen	S= Steine oder anderes Hindernis

Bei den Messungen von 4 und 8 Metern Entfernung vom Bach wurden an allen drei Stellen Merkmale beobachtet, welche auf Vernässung hindeuten (vergleiche Anhang 6). Bei den drei verschiedenen Stellen 8 Meter vom Bach, wurden ab 50-55 cm Bodentiefe Rostflecken beobachtet. 8 Meter entfernt vom Bach wurde zudem ein vernässter Boden mit hellbraunen Grautönen bei der mittleren und hinteren Messstelle ab 65-70 cm Bodentiefe dokumentiert (vergleiche Anhang 6). Der Grundwassereinfluss ist 4 Meter entfernt vom Bach am grössten. Bei ungefähr 50 cm Bodentiefe war es nicht mehr möglich Erde herauszubohren, da Wasser vorherrschte. Ausserdem wurde bei 30-40 cm Bodentiefe Rostflecken beobachtet und bei 40-45 cm ein vernässter Boden vorgefunden, welcher Grautöne aufwies (Tabelle 8). Eine ganz graue Bodenmatrix wurde jedoch bei keiner Messung beobachtet.

4.1.3 Laborwerte

Bodenart

Als Bodenart wurde für alle untersuchten Parzellen ein toniger Lehm festgestellt. Der Schluff-Anteil wurde dabei auf über 50% geschätzt und der Ton Anteil auf 30 bis 40%.

Humus

Der Humusgehalt des Bodens, wurde für alle Parzellen von Laborins auf 2 bis 5% geschätzt und als schwach humos eingestuft.

pH-Wert

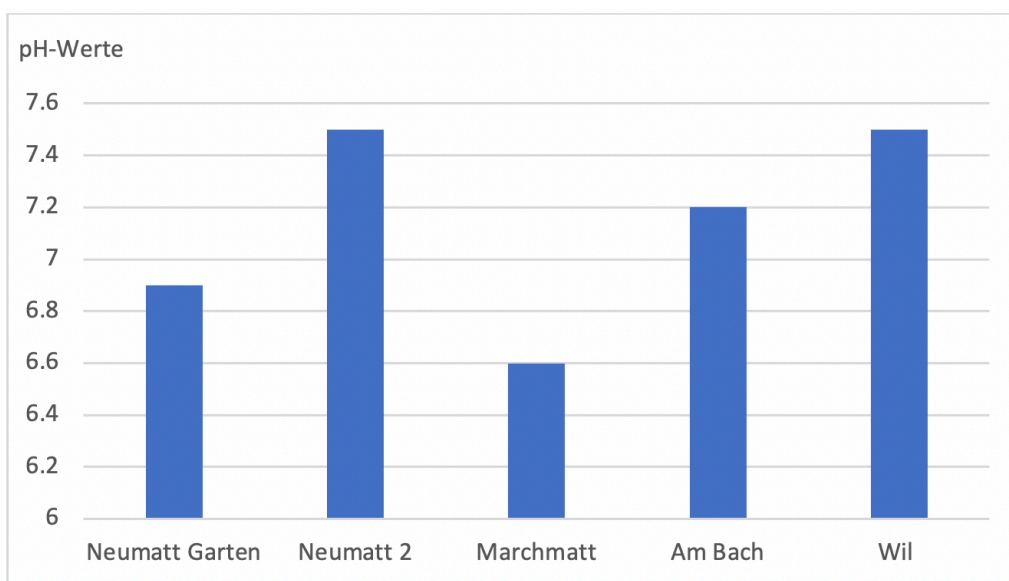


Abbildung 10: pH-Werte von Laborins (Anhang 8) der fünf verschiedenen Parzellen. Die Werte liegen zwischen 6.6 (schwach sauer) bis 7.5 (schwach alkalisch).

Die Ergebnisse von Abbildung 10 zeigen, dass der pH-Wert bei Neumatt Garten und am Bach mit pH 6.9 und pH 7.2 neutral sind. Marchmatt weist mit pH 6.6 einen schwach sauren Wert auf. Neumatt 2 und Wil haben mit pH 7.5 einen schwach alkalischen Wert. Für die Parzellen Neumatt Garten, Marchmatt und am Bach wird eine Erhaltungskalkung empfohlen (Anhang 8).

P K Mg

Je nach vorhandenem Vorrat an sofort verfügbaren und Reserven von P, K, Mg variiert die Düngungsempfehlung (Abbildung 11).

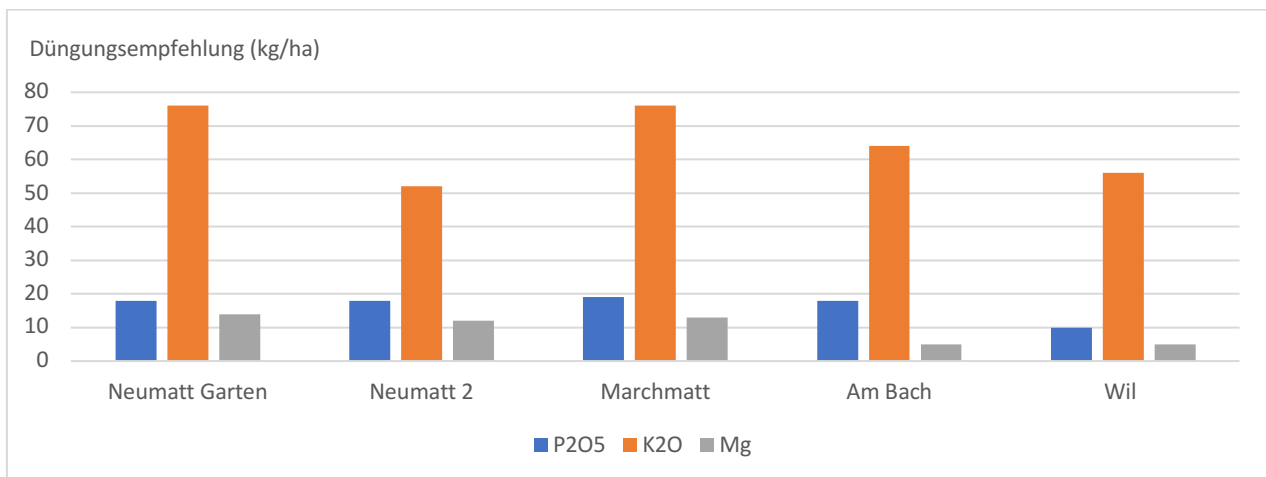


Abbildung 11: Die Düngungsempfehlungen von Phosphor, Kali und Magnesium für Kräuter und Gewürze von LaborIns (Anhang 8).

Abbildung 11 zeigt die Düngungsempfehlungen für Kräuter und Gewürze von LaborIns, um die teils mässigen Reserven und verfügbaren Nährstoffe auf eine genügende Düngungsnorm zu heben. Die Werte wurden aus Düngungsnorm und Korrekturfaktor berechnet. Als Düngungsnorm wurde 40 N, 15 P_2O_5 , 60 K_2O und 10 Mg kg/ha verwendet. Der Boden von Wil weist bereits einen guten Nährstoffzustand auf, weshalb weniger Mengen für eine Düngung empfohlen werden. Die Parzelle Marchmatt weist einen teilweisen mässig bis armen Nährstoffzustand auf. So fallen die Düngungsempfehlungen höher aus. Die genauen Werte zu den sofort verfügbaren und Reserven von P, K, Mg und Ca sind zusammen mit den Korrekturfaktoren im Anhang 8 abgelegt.

4.2 Lichtverhältnisse

Je nach topographischen Gegebenheiten und Monatstagen weisen die fünf Parzellen eine unterschiedliche Sonnenscheindauer auf (Tabelle 12).

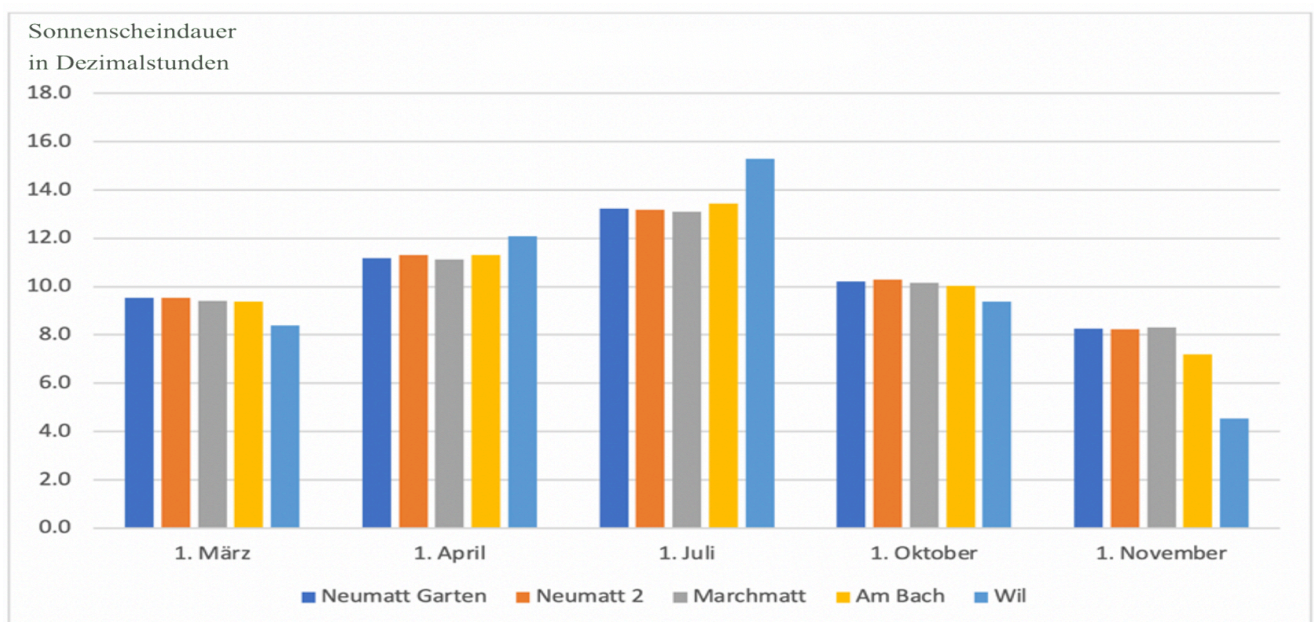


Abbildung 12: Sonnenscheindauer in Dezimalstunden auf den fünf verschiedenen Parzellen, während fünf verschiedenen Monatstagen. Die Sonnenscheindauer wird in Dezimalstunden angegeben. Eigene Darstellung (solartopo, 2020).

Abbildung 12 veranschaulicht, dass die Parzelle Wil im März zu Vegetationsbeginn und im November zu Vegetationsende am wenigsten Sonneneinstrahlung aufweist. Dies Aufgrund der nördlichen Exposition des Hanges und der topographischen Gegebenheiten. Am Sommertag 1. Juli ist die Exposition von Wil jedoch günstiger als die anderen Flächen, da diese vor allem von der Morgensonne profitiert. Über die Vegetationsdauer hinweg, schneidet die Parzelle Wil daher nicht schlechter ab. Die anderen Flächen haben eine ähnliche Sonnenscheindauer während der Vegetationsdauer von etwa 7 bis 13 Stunden.

4.3 Standorteignung Ampelsystem

Die Datenauswertung der Standorteignung mit dem Ampelsystem ist im Anhang 7 einsehbar. Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingung des Betriebes für den Anbauplan (Anhang 1), ergibt sich die folgende empfohlene Pflanzenliste für die Parzellen (Tabelle 9).

Tabelle 9: Empfohlene Pflanzenliste aufgrund der Standortbeurteilung und Berücksichtigung der Rahmenbedingungen.

Neumatt Garten Gewürzfenchel (Foeniculum vulgare) Basilikum (Ocimum basilicum) Kamille (Matricaria chamomilla) Lavendel (Lavendula angustifolia) Lavendel Speiklavendel (Lavandula Latifolia) Malve (Malva sylvestris ssp. Mauritiana) Melisse (Melissa officinalis) Muskateller Salbei (Salvia sclarea) Oregano (Origanum vulgare) Ringelblume (Calendula officinalis) Rosmarin (Rosmarinus officinalis) Salbei (Salvia officinalis) Schafgarbe (Achillea millefolium) Thymian (Thymus vulgaris) Ysop (Hyssopus officinalis) Verveine (Aloysia citrodora)	Neumatt 2 Basilikum (Ocimum basilicum) Kamille (Matricaria chamomilla) Lavendel (Lavendula angustifolia) Lavendel Speiklavendel (Lavandula Latifolia) Melisse (Melissa officinalis) Muskateller Salbei (Salvia sclarea) Oregano (Origanum vulgare) Ringelblume (Calendula officinalis) Rosmarin (Rosmarinus officinalis) Salbei (Salvia officinalis) Schafgarbe (Achillea millefolium) Thymian (Thymus vulgaris) Ysop (Hyssopus officinalis) Verveine (Aloysia citrodora)
Marchmatt Kamille (Matricaria chamomilla) Muskateller Salbei (Salvia sclarea) Ringelblume (Calendula officinalis)	Am Bach Basilikum (Ocimum basilicum) Kornblume (Centaurea cyanus) Kamille (Matricaria chamomilla) Malve (Malva sylvestris ssp. Mauritiana) Minze, Pfefferminze (Mentha x piperita) Goldmelisse (Monarda didyma) Rosenmelisse (Monarda x fistulosa) Verveine (Aloysia citrodora)
Am Bach (Feuchtgebiet) Ackerschachtelhalm (Equisetum arvense) Engelwurz (Angelica archangelica) Kornblume (Centaurea cyanus) Mädesüss (Filipendula ulmaria) Minze, Pfefferminze (Mentha x piperita) Goldmelisse (Monarda didyma) Rosenmelisse (Monarda x fistulosa)	Wil Frauenmantel Gelbgrüner (Alchemilla xanthochloras) Kamille (Matricaria chamomilla) Lavendel (Lavendula angustifolia) Melisse (Melissa officinalis) Minze, Pfefferminze (Mentha x piperita) Oregano (Origanum vulgare) Salbei (Salvia officinalis) Schafgarbe (Achillea millefolium) Rosenmelisse (Monarda x fistulosa)

Die Rahmenbedingung des Betriebes geben vor, am Standort Marchmatt nur Kulturen anzubauen, welche innerhalb einer Vegetationsdauer gut kultiviert werden können. So fällt die Pflanzenliste (vergleiche Tabelle 9) von Marchmatt vergleichsweise kleiner aus. Eine weitere Bedingung war, dass Kulturen mit Blüten, welche über eine längere Zeit geerntet werden können, wie *Monarda didyma* oder *Malva sylvestris* nicht auf der Parzelle Wil angebaut werden, da diese zu weit weg sind. Kulturen wie *Equisetum arvense*, *Angelica archangelica*, *Alchemilla xanthochloras*, *Centaurea cyanus* und *Filipendula ulmaria* werden jeweils nur für einen Standort der möglichen Anbauflächen empfohlen. Da die Parzelle Am Bach aufgrund des Bacheinflusses grosse Unterschiede aufweist, wurde diese unterteilt in Am Bach und Am Bach (Feuchtgebiet). Die Parzelle Neumatt Garten und Neumatt 2 eignen sich für die meisten Kulturen bis auf die feuchtliebenden Arten. Diese finden bei der Parzelle Am Bach (Feuchtgebiet) den geeigneten Standort. Als nicht geeignet wurde keine Kultur klassifiziert. *Aloysia citrodora* und *Rosmarinus officinalis* wurden als eher weniger geeignet bewertet, da diese weniger frostverträglich sind und eher sandige Böden bevorzugen. Die Konsequenzen, Anmerkungen und Ergänzungen der Auswertung (vergleiche Anhang 7) sollten in eine weitere Anbauplanung miteinbezogen werden. So ist beispielsweise für eine Ertragserhöhung bei *Ocimum basilicum* eine Abdeckung oder ein Folientunnel empfehlenswert und bei *Aloysia citrodora* kann ein Winterschutz ausgebracht werden.

4.4 Anbauplan

Aus den folgenden Darstellungen können im Folgenden die Produktionsmengen, Anbauflächen und die jeweilige empfohlene Zuteilung einer Kultur zur Anbaufläche entnommen werden. Des Weiteren folgt ein Vorschlag für die Beetgestaltung auf den verschiedenen Parzellen sowie eine Beetplanung, welche auf ein standardisiertes 30-Meter-Beet abgestimmt sind. Schliesslich folgen Hinweise und Empfehlungen für die weitere Fruchtfolgeplanung.

4.4.1 Produktionsmengen, Anbaufläche und Zuteilung der Kulturen auf die Parzellen

Aus der Tabelle 10 kann das Produktionsziel, der Frischmasseertrag sowie die Grösse der benötigten Anbaufläche entnommen werden. Unter Zuteilung Parzelle sind die idealen Standorte aufgelistet. Aufgrund vom Feuchtgebiet der Parzelle am Bach, werden diese auf die verschiedenen Schläge bzw. Beete differenziert.

Tabelle 10: Übersicht der Arznei- und Gewürzpflanzen. Daraus kann entnommen werden, welche Anbauflächen benötigt werden, um das Produktionsziel zu erfüllen und mit welchen Frischmasse-Erträgen gerechnet werden kann.

Kultur	Produktionsziel in kg	Frischmasse-Ertrag kg/Are *	Anbaufläche in Aren	Zuteilung Parzelle
Ackerschachtelhalm (<i>Equisetum arvense</i>)	11	18	0.61	Am Bach: F1,F2,N1(4F+5F)
Basilikum (<i>Ocimum basilicum</i>) *	75	250	0.30	Am Bach: S1-3,N2,N3,N1(1-3); Neumatt Garten; Neumatt 2
Engelwurz (<i>Angelica archangelica</i>)	17	170	0.10	Am Bach: F1,F2,N1(4F+5F)
Frauenmantel (<i>Alchemilla xanthochloras</i>)	7	70	0.10	Wil
Gewürzfenchel (<i>Foeniculum vulgare</i> ssp. <i>Vulgare</i>)	1.5	15	0.10	Neumatt Garten; Marchmatt
Goldmelisse (<i>Monarda didyma</i>)	1.8	6	0.30	Am Bach; Wil
Kamille (<i>Matricaria recutita</i>)	21	10	2.10	Neumatt Garten; Neumatt 2; Marchmatt; Am Bach: S1,S2,S3; Wil
Kornblume (<i>Centaurea cyanus</i>)	9	90	0.10	Am Bach
Lavendel (<i>Lavendula angustifolia</i>)	120	15	8.00	Neumatt Garten; Neumatt 2; Wil
Lavendel Speiklavendel (<i>Lavendula latifolia</i>)	9	15	0.60	Neumatt Garten; Neumatt 2
Mädesüss (<i>Filipendula ulmaria</i>)	9	10	0.90	Am Bach: F1,F2,N1(4F+5F)
Malve (<i>Malva sylvestris</i> ssp. <i>Mauritiana</i>)	0.9	6	0.15	Neumatt Garten; am Bach: S1-3,N2,N3,N1(1-3)
Melisse (<i>Melissa officinalis</i>)	1500	250	6.00	Neumatt Garten; Neumatt 2; Wil
Minze, Pfefferminze (<i>Mentha x piperita</i>)	600	300	2.00	am Bach: N1,N2,N3, F1, F2; Wil
Muskateller Salbei (<i>Salvia sclarea</i>)	48	80	0.60	Neumatt Garten; Neumatt 2; Marchmatt
Oregano (<i>Origanum vulgare</i>)	45	150	0.30	Neumatt Garten; Neumatt 2; Wil
Ringelblume (<i>Calendula officinalis</i>)	8	80	0.10	Neumatt Garten; Neumatt 2; Marchmatt
Rosenmelisse (<i>Monarda x fistulosa</i> 'Tetraploid')	150	50	3.00	Am Bach; Wil
Rosmarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	150	50	3.00	Neumatt Garten; Neumatt 2
Salbei (<i>Salvia officinalis</i>)	1500	300	5.00	Neumatt Garten; Neumatt 2; Wil
Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>)	40	400	0.10	Neumatt Garten; Neumatt 2; Wil
Thymian (<i>Thymus vulgaris</i>)	230	250	0.92	Neumatt Garten; Neumatt 2
Verveine (<i>Aloysia citrodora</i>)	24	40	0.60	Neumatt Garten; Neumatt 2; Am Bach: S1-3,N2,N3,N1(1-3)
Ysop (<i>Hyssopus officinalis</i>)	60	100	0.60	Neumatt Garten; Neumatt 2
Total	4637.2	2725	35.58	

* Bei Mehrjährigen Kulturen gilt zweites Anbaujahr als Referenz

Die grösste Anbaufläche hat *Lavendula angustifolia* mit 8 Aren gefolgt von *Melissa officinalis* mit 6 Aren und *Salvia officinalis* mit 5 Aren (vergleiche Tabelle 10). Bei dem erwarteten Ertrag wurden bei mehrjährigen Kulturen das zweite Anbaujahr als Referenz genommen. Der höchste zu erreichende Mengenbedarf in kg liegt mit 1500 kg bei *Melissa officinalis* und *Salvia officinalis*. Von *Mentha x piperita* wird 600 kg Frischmasse benötigt. Für die Parzelle am Bach werden die Empfehlungen auf die verschiedenen Schläge bzw. Beete differenziert (vergleiche Abbildung 13).

4.4.2 Vorschlag für die Beetgestaltung auf den Parzellen

Aufgrund der Rahmenbedingungen (Anhang 1) wird folgende Kulturflächenstandardisierung vorgeschlagen:

- Länge eines Beetes 30 m
- Beetbreite 70 cm
- Wegbreite 30 cm

Durch diese Vereinheitlichung können Mulchfolien, Gärtnervlies, kleine Tunnels und Bewässerungssysteme standardisiert werden. Auch für die anderen Sonderkulturen wie Gemüse und Beeren bietet diese Beetgestaltung, welche an das Market-Garden Prinzip gelehnt ist, viele Vorteile (Fortier, Telliez & Palme, 2017). Falls möglich, werden zur besseren Übersicht die Beete in Gruppen, welche meist aus zehn 30 m Beeten besteht, zusammengefasst (vergleiche Abbildung 13). Zwischen den Beetgruppen hat es jeweils einen begrüneten Weg von einem Meter breite. Dieser dient als Durchgangsweg für den Erntewagen und den Einachsschlepper. Folgend werden Möglichkeiten vorgeschlagen, wie die 30-Meter-Beete auf den verschiedenen Parzellen angeordnet werden können.

Am Bach

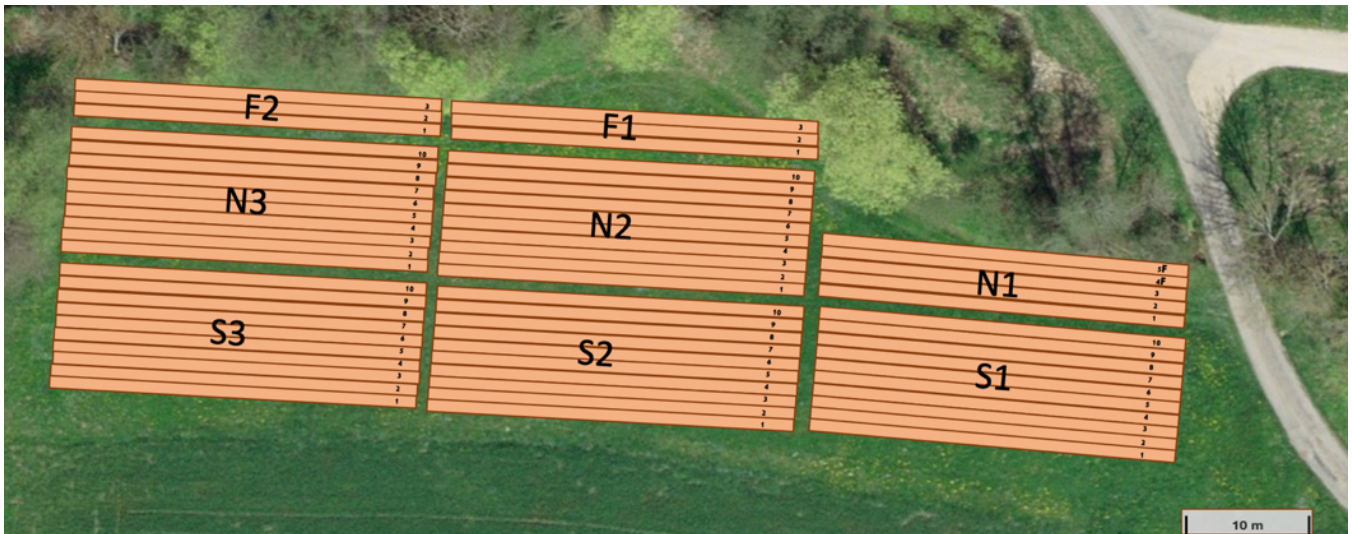


Abbildung 13: Parzelle «Am Bach» weist 61 30-Meter-Beete auf. Über 3 Beete hinweg kommt eine Kultur auf eine Reihe von 90 Metern (map.geo.admin, 2020).

Die Ausrichtung der Beete von Abbildung 13 Richtung Ost-West erfolgte aufgrund von arbeitswirtschaftlichen Überlegungen. Eine Kultur kann in drei folgenden Beetreihen stehen, was einer Reihe von 90 Metern entspricht. So können beispielsweise Hackdurchgänge mit dem Jät-Ferrari und Ernten besser durchgeführt werden. *Mentha x piperita* könnte dementsprechend von den Beeten N1(3) über N2(3) bis N3(3) eingeplant werden, was einer Reihe von 0.9 Aren Anbaufläche entspricht.

Die unteren Beetgruppen S1-S3 sind am weitesten vom Bach entfernt und N1, F1 und F2 liegen in der Nähe vom Bach. Aufgrund der vorgefundenen temporären Vernässungszeichen der Edelman-Bohrung (Resultate xy), werden in der Nähe des Baches die Kulturen empfohlen, welche eine hohe Feuchtezahl und Wechselfeuchtezahl aufweisen (vergleiche Tabelle xy). N1(1-3), N2 und N3 sind weniger dem temporären Grundwassereinfluss ausgesetzt. Die Fläche F1 und F2 (F Für Feuchtgebiet) steht unter anderem aufgrund der schwungvollen Landschaft nicht parallel zum Bach. Bei Bedarf könnte F1, F2 und N1(4F+5F) dem Verlauf des Baches angepasst werden. So würde auch der Einfluss des Baches oder des Bodenwassers, besser eingeplant werden können.

Neumatt Garten

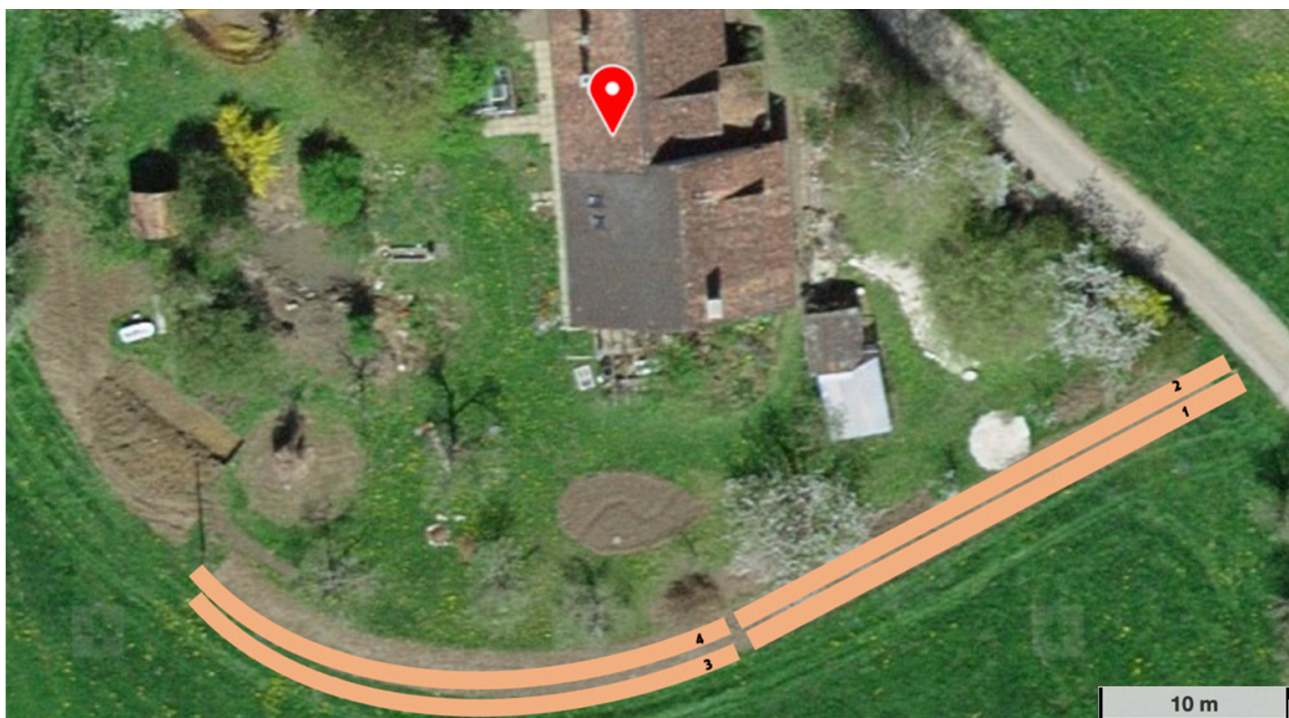


Abbildung 14: Parzelle «Neumatt Garten» weist vier 30-Meter-Beete auf. Die Parzelle ist vorwiegend für Mutterbeeten geplant (map.geo.admin, 2020).

Für diese Parzelle sind nur vier 30 Meter Beete vorgesehen (Abbildung 14). Bäume und andere Elemente erschweren die Umsetzung des Beet-Standards. Die sonstigen Flächen eignen sich jedoch gut für Mutterbeete. Da der Weg zum Trockner auf dieser Parzelle kurz ist, können hier von den Vorgesprochenen Kulturen vor allem langblühende Blütenpflanzen, wie beispielsweise *Malva sylvestris* und *Calendula officinalis*, empfohlen werden.

Neumatt 2

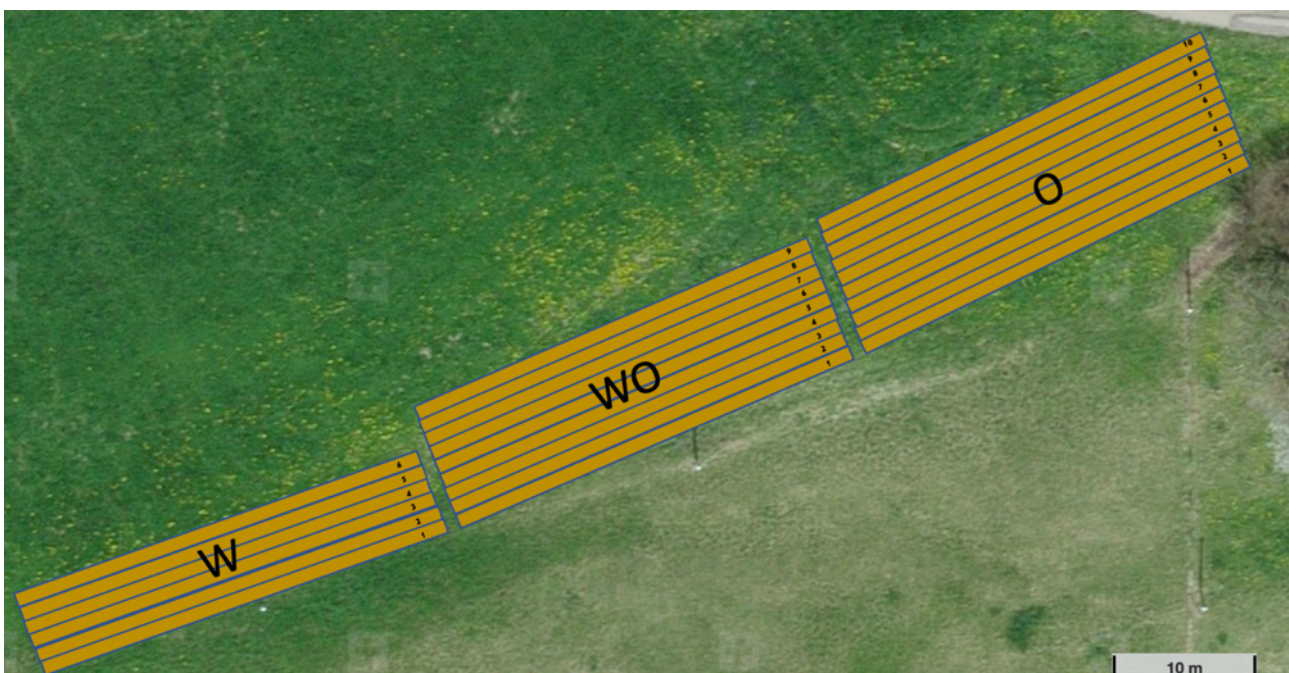


Abbildung 15: Parzelle «Neumatt 2» weist 25 30-Meter-Beete auf (map.geo.admin, 2020).

Die Parzelle Neumatt 2 (Abbildung 15) weist einen hohen Anteil steiler Hangneigung auf. Bei der Beetanordnung wurde der Verlauf der Höhenlinien berücksichtigt, sodass eine Terrassierung möglich ist. Aufgrund der erschwerten Bodenbearbeitung sind hier Kulturen wie Lavendel empfehlenswert, welche eine sehr lange Lebensdauer aufweisen. Auf einjährige Kulturen der Arznei- und Gewürzpflanzen sollte daher eher verzichtet werden. Bei der Festlegung der Kulturen sollte hier, wie bei der Parzelle am Bach, berücksichtigt werden, dass diese wenn möglich auf einer Reihe von 90 Metern geplant werden. Somit könnte eine Reihe Lavendel von O(6) über WO(6) bis W(6) gepflanzt werden.

Marchmatt

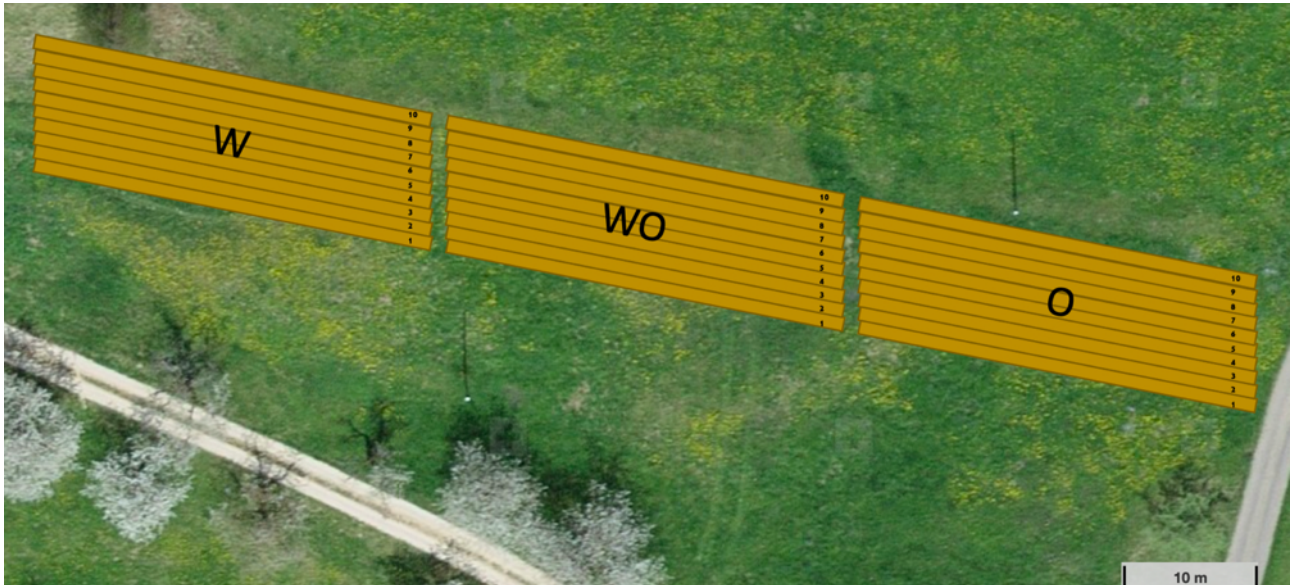


Abbildung 16: Parzelle «Marchmatt» weist 30 30-Meter-Beete auf (map.geo.admin, 2020).

Aufgrund der Pflanzenliste (Tabelle 9) eignet sich der Standort Marchmatt (Abbildung 16) nur für *Calendula officinalis*, *Matricaria chamomilla*, und *Salvia sclarea*. Die Beete haben eine Ost-West Ausrichtung. 5 von 10 Aren weisen eine Hangneigung von 18-35 % auf. Der Vorteil liegt hier bei der übersichtlichen Beetgruppen, welche jeweils zehn Beete umfasst. Auch hier ergeben sich 90 Meter lange Reihen, welche arbeitswirtschaftliche Vorteile bringen.

Wil

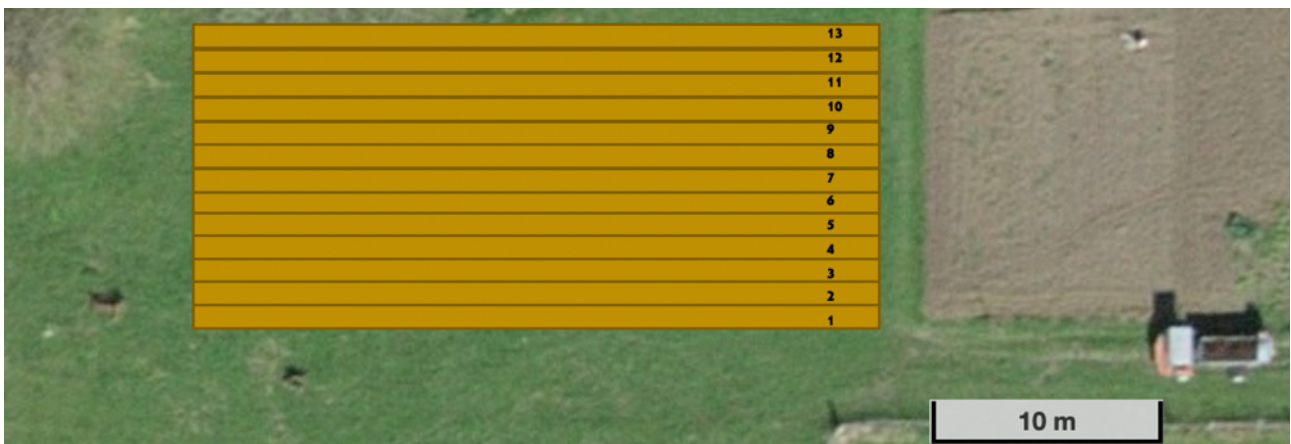


Abbildung 17: Parzelle «Wil» hat 13 mal 30-Meter-Beete und hat eine Ost-West Ausrichtung (map.geo.admin, 2020).

Die 30-Meter-Beete haben auf der Parzelle Wil eine Ost-West Ausrichtung (Abbildung 17). Da diese Parzelle am weitesten vom Betrieb entfernt ist, eignen sich hier mehrjährige Kulturen besser. Wil liegt in der Bergzone I und ist daher für den Anbau von *Alchemilla xanthochloras* zu empfehlen. Die Aromabildung bei der Blüte von *Lavendula angustifolia* entfaltet sich nach G. Dubacher in Höhenlagen mehr, was ein gutes Anbauargument für höhere Lagen ist (persönliche Mitteilung, 2020).

4.4.3 Kulturdaten für Beetplanung

Die folgende Tabelle 11 veranschaulicht wichtige Kulturdaten für die Beetplanung. Die Angaben sind für das standardisierte 30-Meter-Beet abgestimmt. So kann aus der Übersicht beispielsweise der Pflanzabstand, die benötigte Anzahl Pflanzen oder Menge an Samen, sowie den Zeitpunkt der Aussaat bzw. Pflanzung und Ernte abgelesen werden.

Tabelle 11: Übersicht einiger wichtiger Kulturdaten wie Pflanzabstand, Reihen pro Beet, Anzahl Pflanzen und Termine für die Pflanzung, Aussaat und Ernte. Die Werte sind für ein 30-Meter-Beet angepasst. Die Daten stammen aus den Kulturanleitungen (Anhang 2).

Kulturdaten für 30-Meter-Beet	Pflanzabstand in cm	Reihen pro Beet	Anzahl Pflanzen oder Menge Samen			Aussaat		Pflanzung		Ernte					
				Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Ackerschachtelhalm (<i>Equisetum arvense</i>)	20	2	300												
Basilikum (<i>Ocimum basilicum</i>)	10	3	900							1		2			
Engelwurz (<i>Angelica archangelica</i>)	25	1	120												
Frauenmantel (<i>Alchemilla xanthochloras</i>)	30	2	200												
Gewürzfenchel (<i>Foeniculum vulgare</i>)	10	2	600 Stk. Samen												
Goldmelisse (<i>Monarda didyma</i>)	30	2	200												
Kamille (<i>Matricaria recutita</i>)	25	3	7.5 g Samen												
Kornblume (<i>Centaurea cyanus</i>)	30	2	200												
Lavendel (<i>Lavendula angustifolia</i>)	50	2	120												
Lavendel Speiklavendel (<i>Lavendula latifolia</i>)	50	2	120												
Mädesüß (<i>Filipendula ulmaria</i>)	30	2	200												
Malve (<i>Malva sylvestris</i>)	40	2	150												
Melisse (<i>Melissa officinalis</i>)	25	2	240							1		2			
Minze, Pfefferminze (<i>Mentha x piperita</i>)	0	2	60 m Stolonen							1		2			
Muskateller Salbei (<i>Salvia sclarea</i>)	40	2	24 g												
Oregano (<i>Origanum vulgare</i>)	20	2	300												
Ringelblume (<i>Calendula officinalis</i>)	30	3	300												
Rosenmelisse (<i>Monarda x fistulosa</i>)	30	2	200						1			2			
Rosmarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	30	2	200												
Salbei (<i>Salvia officinalis</i>)	30	2	200												
Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>)	30	3	300							1		2			
Thymian (<i>Thymus vulgaris</i>)	15	4	800							1		2			
Verveine (<i>Aloysia citrodora</i>)	40	2	150							1		2			
Ysop (<i>Hyssopus officinalis</i>)	15	2	400						1		2				

Die meisten Arznei- und Gewürzpflanzen werden gepflanzt und nur vier davon ausgesät. Vor allem im April und Mai könnte es bei den Pflanzungen zu zeitlichen Engpässen kommen und bei der Ernte sind im Juli und August Arbeitsspitzenzeiten (vergleiche Tabelle 11). Bei der Pflanzung der Rhizome von *Equisetum arvense*, sollte berücksichtigt werden, dass die Pflanzung im Frühling vor dem Austrieb der grünen Triebe erfolgt. *Ocimum basilicum* sollte im Mai nach den Eisheiligen gepflanzt werden, da dieser kein Frost verträgt. Bei gewissen Kulturen wie beispielsweise *Matricaria chamomilla*, hängt der Erntezeitpunkt stark von der jeweiligen Sorte und dem Aussaattermin ab. Der Zeitpunkt für die Ernte sollte auf das optimale Entwicklungsstadium der Kultur fallen. Bei *Lavendula angustifolia* sollte die Pflanzung im September oder Oktober bevorzugt werden. *Filipendula ulmaria* kann im Frühjahr sowie auch im Herbst gepflanzt werden. Bei *Melissa officinalis* wurde die Ernte für das erste

Anbaujahr dargestellt. Ab dem zweiten Jahr sind maximal vier Schnitte möglich. Bei *Mentha x piperita* erfolgt die Pflanzung von Stolonen im Oktober/November oder März/April. *Origanum vulgare* kann im ersten Jahr nur einmal beerntet werden und die Pflanzung sollte Ende April bis Anfangs Mai erfolgen. Die Blütenernte von *Calendula officinalis* beginnt 40 bis 50 Tage nach der Aussaat. *Monarda x fistulosa* wird vorzugsweise Ende Mai gepflanzt und ab dem zweiten Jahr sind zwei Schnitte möglich. Bei *Rosmarinus officinalis* erfolgt allgemein nur ein Schnitt. *Salvia officinalis* wird im ersten Standjahr nur einmal geschnitten. Die Ernte von *Thymus vulgaris* erfolgt im ersten Standjahr im August bis Anfang September. Bei *Hyssopus officinalis* ist im ersten Jahr eine Ernte im August möglich. Nach der Pflanzung sollten die Kulturen jeweils gut angegossen werden. Insbesondere in Trockenperioden ist eine Zusatzbewässerung zur Förderung des Neuaustriebes nach dem ersten Schnitt sinnvoll. Hinweise zur Bewässerung von einigen Kulturen sowie auch zur Düngung sind in den Kulturanleitungen im Anhang 2 zu finden.

4.4.4 Fruchtfolgeplanung

Da die Hälfte der Anbaufläche des Betriebes aus Arznei- und Gewürzpflanzen bestehen sollten, welche vorwiegend zur Familie der Lippenblütler angehören, gibt es aufgrund der Anbaupausen Konsequenzen für den Fruchtfolgeplan. Generell sollte eine Anbaupause von 4 Jahren nach Kulturabschluss bei den meisten Lippenblütlern erfolgen, um Fruchtfolgeprobleme vorzubeugen. Eine Ausnahme bildet *Aloysia citrodora*, bei welcher eine Anbaupause von mindestens fünf Jahren eingehalten werden sollte. Laut E. Grünenfelder und G. Dubacher, welche ihre Kulturen in einem Multicrop-System anbauen, treten bei Einhaltung der Anbaupausen keine Fruchtfolgeprobleme auf (persönliche Mitteilung, 2020). Falls trotzdem Schädlinge wie Zikaden, Blattläuse oder Blattkäfer überhandnehmen, sollte rasch das Pflanzenschutzkonzept des Betriebes angepasst und geeignete Massnahmen ergriffen werden.

Die Fruchtfolge hängt stark von den geplanten Mengen und Familien der weiteren Sonderkulturen ab. Neben Lippen-, Dolden- und Korbblütlern kultiviert der Betrieb weitere Pflanzenfamilien wie Leguminosen, Kürbisgewächse, Kreuzblütler, Lauchgewächse, Nachtschattengewächse und Stachelbeergewächse. Da der Gemüsebau mit Kleemulch arbeitet, könnte diese in die Fruchtfolge integriert werden (Betriebsdaten, 2020). Da die Stachelbeergewächse eine sehr lange Standzeit haben, werden sie im folgenden Beispiel von Tabelle 12 nicht berücksichtigt.

Nach E. Grünenfelder sind für fast alle Arznei- und Gewürzpflanzen Vorfrüchte, welche einen lockeren und unkrautfreien Boden hinterlassen ideal. Nach mehrjährigen Kulturen, welche eine Standzeit von über drei Jahren haben, kann es notwendig sein, eine Gründüngung als Nachfrucht auszusähen, um eine gute Bodenstruktur wiederherzustellen. Um die Notwendigkeit oder den Erfolg von Gründüngungen zu überprüfen, kann eine Spatendiagnose hilfreich sein. Bei Parzellen bzw. Beeten mit hohem Unkrautdruck, sollten Kulturen mit einer hohen Konkurrenzfähigkeit bevorzugt werden wie beispielsweise *Matricaria chamomilla* oder *Calendula officinalis* (persönliche Mitteilung, 2020). Eine fixe Fruchtfolgeplanung für mehrjährige Arznei- und Gewürzpflanzen für zehn Jahre ist derzeit schwierig umzusetzen, da die Anbauplanung der anderen Sonderkulturen noch nicht abgeschlossen.

Im Folgenden wird ein Vorschlag für eine mögliche Fruchtfolge für Arznei- und Gewürzpflanzen aus der Familie der Lippenblütler gemacht. Als vierjährige Kultur könnte sich beispielsweise *Salvia officinalis*, *Monarda didyma* oder *Hyssopus officinalis* eignen.

Tabelle 12: Beispiel einer Fruchtfolge für eine Lippenblütler-Kultur. Nach vier Jahren Pause, kann wieder eine Lippenblütler Kultur angebaut werden.

	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9
Familie oder Grün- düngung	Lippen- blütler	Lippen- blütler	Lippen- blütler	Lippen- blütler	Klee- gras- wiese	Kürbisge- wächse Nachtschat- tengewächse	Doldenblütler Blatt- und Wurzelgemüse Korbblütler	Kreuzblütler, Lauchge- wächse, Leguminosen	Lippen- blütler

In diesem Beispiel von Tabelle 12 steht eine Kultur aus der Lippenblütler Familie vier Jahre auf einem Beet. Im vierten Jahr erfolgt ungefähr im August oder Anfangs September die letzte Ernte. Die Aussaat der Klee graswiese kann ab Mitte September erfolgen und steht bis ins sechste Jahr. Die Freisetzung des Stickstoffes durch das Klee gras kommt im Jahr 6 den Kürbis- und Nachtschat- tengewächsen zugute und hinterlässt zudem eine gute Bodenstruktur. Weitere andere Pflanzenfa- milien folgen im Jahr 7 und 8, bis wiederum im Jahr 9 eine Gewürz- und Arzneipflanze aus der Familie der Lippenblütler kultiviert werden kann. Für das Jahr 9 sollte berücksichtigt werden, welche Ansprüche die Kultur auf die Vorfrucht hat. Dabei sollte beachtet werden, welche Kulturen frische Stallmistgaben verträgt. Beispiele dafür, in welcher Tracht einzelne Arznei- und Gewürzpflanzen stehen, sind dem Kapitel 2.6.2 Fruchtfolge zu entnehmen.

Für die Wahl der Nachfrucht bzw. Vorfrucht, können Gruppen von Pflanzen mit denselben Zeiger- werten vom Kapitel 2.3.1 Boden aus Tabelle 3 als Entscheidungshilfe dienen. So *bevorzugt* *Laven- dula angustifolia*, *Lavandula Latifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* und *Hyssopus offi- cinalis* nährstoffarme Böden und Kulturen wie *Melissa officinalis* und *Mentha x piperita* bevorzugen nährstoffreiche Böden. Für letztere Arten würde sich demnach eine Vorfrucht wie Leguminosen, welche Stickstoff freisetzt, besser eignen. Neben der Nährstoffbedürftigkeit können weitere Informa- tionen aus den Zeigerwerten, wie beispielsweise die Durchlüftungszahl, für die Fruchtfolgeplanung berücksichtigt werden. Arten wie *Matricaria chamomilla* und *Mentha x piperita* sind an eine schlechte Bodendurchlüftung gut angepasst. Hinterlassen Kulturen einen eher schlecht durchlüfteten Boden, können neben einer Gründüngung ebenfalls solche angepassten Arten bei der genaueren Frucht- folgeplanung berücksichtigt werden. Weitere Informationen zur Stellung in der Fruchtfolge der ein- zelnen Kulturen können den Kulturanleitungen entnommen werden (Anhang 2).

4.5 Arbeitszeitbedarf für Ernte

Anhand der Ernteleistung und des erwarteten Frischmasse Ertrages auf einem 30-Meter-Beet, wurde der Arbeitszeitbedarf der Kulturen abgeschätzt (Tabelle 13). Je schneller ein Kilo Frischmasseertrag in einer Stunde geerntet werden kann, umso höher die Ernteleistung. Je nach Ernteleistung, Ertrag und Erntedurchgänge verändert sich der Arbeitszeitbedarf.

Tabelle 13: Arbeitszeitbedarf für die Ernte eines 30-Meter-Beetes. Der Arbeitszeitbedarf einer Kultur ist abhängig von der Ernteleistung und dem Ertrag. Vor allem bei Kulturen, bei welcher die Blüte in mehreren Pflückdurchgängen geerntet wird, ist die Ernteleistung tiefer und der Arbeitszeitbedarf höher (Anhang 2) (Betriebsdaten, 2020).

Pflanze	Ernteleistung kg/h	Frischmasse-Ertrag kg/Are	Ertrag pro Beet in kg	Erntedurchgänge	Dezimalstunden	Total Stunden und Minuten
Ackerschachtelhalm (<i>Equisetum arvense</i>)	40	18	5.4	1	0.14	8 Minuten
Basilikum (<i>Ocimum basilicum</i>)	260	250	75	2	0.29	17 Minuten
Engelwurz (<i>Angelica archangelica</i>)	51	170	51	1	1.00	1 Stunde
Frauenmantel (<i>Alchemilla xanthochloras</i>)	210	70	21	1	0.10	6 Minuten
Gewürfenchel (<i>Foeniculum vulgare</i>)	33	15	4.5	1	0.14	8 Minuten
Goldmelisse (<i>Monarda didyma</i>)	0.5	6	1.8	12	3.60	3 Stunden 36 Minuten
Kamille (<i>Matricaria recutita</i>)	8	10	3	2	0.38	23 Minuten
Kornblume (<i>Centaurea cyanus</i>)	2.5	90	27	20	10.80	10 Stunden 48 Minuten
Lavendel (<i>Lavendula angustifolia</i>)	27	15	4.5	1	0.17	10 Minuten
Lavendel Speiklavendel (<i>Lavendula latifolia</i>)	27	15	4.5	1	0.17	10 Minuten
Mädesüss (<i>Filipendula ulmaria</i>)	30	10	3	1	0.10	6 Minuten
Malve (<i>Malva sylvestris</i>)	0.5	6	1.8	30	3.60	3 Stunden 36 Minuten
Melisse (<i>Melissa officinalis</i>)	250	250	75	3	0.30	18 Minuten
Minze, Pfefferminze (<i>Mentha x piperita</i>)	300	300	90	3	0.30	18 Minuten
Muskateller Salbei (<i>Salvia sclarea</i>)	180	80	24	1	0.13	8 Minuten
Oregano (<i>Origanum vulgare</i>)	250	150	45	2	0.18	11 Minuten
Ringelblume (<i>Calendula officinalis</i>)	20	80	24	16	1.20	1 Stunde 12 Minuten
Rosenmelisse (<i>Monarda x fistulosa</i>)	60	50	15	2	0.25	15 Minuten
Rosmarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	110	50	15	1	0.14	8 Minuten
Salbei (<i>Salvia officinalis</i>)	330	300	90	2	0.27	16 Minuten
Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>)	600	400	120	2	0.20	12 Minuten
Thymian (<i>Thymus vulgaris</i>)	200	250	75	2	0.38	23 Minuten
Verveine (<i>Aloysia citrodora</i>)	40	40	12	2	0.30	18 Minuten
Ysop (<i>Hyssopus officinalis</i>)	110	100	30	2	0.27	16 Minuten
			niedriger	mittlerer	hoher	Arbeitszeitbedarf pro Beet

Achillea millefolium, *Salvia officinalis* und *Mentha x piperita* haben hohe Frischmasse Erträge. Die Ernte erfolgt in zwei bis drei Erntedurchgänge und innerhalb von 12-18 Minuten kann ein 30-Meter-Beet geerntet werden (vergleiche Tabelle 13). Diese Kulturen haben einen niedrigen Arbeitszeitbedarf pro Beet. *Angelica archangelica* und *calendula officinalis* können als Kulturen mit einem mittlerem Arbeitszeitbedarf eingestuft werden. Die Ernteleistung bei *Monarda didyma*, *Centaurea cyanus* und *Malva sylvestris* ist sehr niedrig, da die Ernte mit viel Handarbeit verbunden ist. Zudem sind bei diesen Kulturen 12-30 Erntedurchgänge nötig, um den Ertrag pro Beet ausschöpfen zu können. Der Arbeitszeitbedarf mit über drei Stunden pro 30-Meter-Beet kann für den Betrieb als hoch eingestuft werden. Diese Tabelle kann als Entscheidungshilfe dienen, wo die Ressource Arbeit und Boden bei der Ernte am rentabelsten genutzt werden kann.

5 Diskussion

Nachfolgend wird der Betrieb und der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, sowie die Standorteignung mit den Schwerpunkten Boden, Klima, Topografie und der Standorteignung mittels Ampelsystem diskutiert. Im Kapitel Anbauplan werden nochmals die Themen Multicrop-System, Fruchtfolge, Düngung und Pflanzenschutz umfassend besprochen. Abschliessend werden Themen der Betriebswirtschaft und der Arbeitszeitberechnung der Ernte diskutiert.

5.1 Der Betrieb und der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau

Der Betrieb sieht für die neuen Anbaubauflächen mit 24 verschiedenen Arznei- und Gewürzpflanzen ein hohes Artenspektrum vor. Bei dieser grossen Artenvielfalt und dem vergleichsweise kleinem Anbaufächenumfang von rund 35 Aren ist es eine Herausforderung, veröffentlichte Kulturanleitungen an die betrieblichen Gegebenheiten anzupassen, da diese meistens auf grosse und technisierte Betriebe abgestimmt. Der Fokus des Betriebes stand bis anhin bei der Verarbeitung. Durch die wesentliche Vergrösserung der Anbaufächern mit teilweise neuen Kulturarten, ergeben sich Chancen und Risiken. Die Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen erfordert ein grosses Knowhow an theoretischem Wissen, sowie auch im Praktischen. Gerade durch eine hohe Diversität wird auch ein höheres Fachwissen benötigt. Diese Arbeit kann einen fundierten theoretischen Beitrag für den Betrieb leisten, ersetzt jedoch nicht erfahrungsbasiertes Wissen. Eine Beratung von einem ähnlich aufgestellten Betrieb, sollte daher genutzt werden. Ein Vorteil des Betriebes ist, dass in den verschiedenen Betriebszweigen bereits einige Erfahrungen und Investitionen gemacht wurden, welche für den Erfolg vom Arznei- und Gewürzpflanzenanbau beitragen können. Bei der Direktvermarktung ist die Vielfalt wichtig. Da der Betrieb die Pflanzenorgane selber verarbeiten und vermarkten möchte, ist die Teilnahme an Plattformen für Warenaustausch weniger spannend. Betriebspolitische Anliegen befürworten den Eigenanbau trotz höheren Produktionspreisen. Gelingen gewisse Kulturen im Laufe der Zeit jedoch schlecht und andere wiederum sehr gut, wäre ein Austausch mit solchen Plattformen wirtschaftlich gesehen eine spannende Option. Als mögliche Diversifikationsstrategie, könnten sich soziale Dienstleistungen für den Betrieb anbieten. Durch die hohen anfallenden Handarbeiten des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus, würde sich eine Begleitung von Personen in gewissen Arbeitsprozessen gut eignen. Da ein vielfältiger Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen hohe Ansprüche stellt, sollte die Freude und das Interesse am Anbau gross sein. Neben mentalen Aspekten stellt die Standorteignung eine wichtige Voraussetzung, für das Gelingen einer Kultur.

5.2 Standorteignung

Boden

Als Bodenart wurde für alle untersuchten Parzellen ein toniger Lehm festgestellt. Lehmige Böden eignen sich aufgrund der guten Bearbeitungsfähigkeit, Nährstoffspeicherung und günstigem Wasserhaushalt gut. Durch den erhöhten Tonanteil von 30-40 % ist der Boden schwerer durchwurzelbar. Aufgrund von tendenziell schlechterer Bearbeitbarkeit, Wassernachlieferung und Drainagewirkung werden schwere Tonböden als ungeeignet betrachtet. *Rosmarinus officinalis*, welcher vorwiegend steinige bis sandige Böden bevorzugt, könnte daher als ungeeignet betrachtet werden. Die Beobachtungen vom Betrieb des dreijährigen Anbaus auf der Parzelle Neumatt Garten lässt jedoch

darauf schliessen, dass ein Anbau auf einem tonigen Lehm gut möglich ist (Betriebsdaten intern, 2020). Trotz der erhöhten Tonanteile des Lehmbodens, können die ungünstigen Eigenschaften des erhöhten Ton Gehaltes reduziert werden, indem beispielsweise Kompostgaben erfolgen, welche zusammen mit einer guten Durchwurzelung eine gute Krümelstruktur fördern. Nach Beste (2013) erhöht sich die Aggregatstabilität durch höhere Kalk- und Tongehalte. Die Kalkgehalte sollten somit gegebenenfalls erhöht werden. Für die Parzellen Neumatt Garten, Marchmatt und am Bach wird eine Erhaltungskalkung empfohlen (Anhang 8). Die Spatendiagnose mit Gefügebonitur zeigt, dass die untersuchten Böden eine befriedigende bis gute Bodenstruktur aufweisen. Gerade für den ökologischen Landbau stehen Bodenstruktur und Produktivität in einem engen Zusammenhang. Ein krümeliges, schwammartiges Gefüge, welches gut durchwurzelbar ist und eine hohe Nährstoffverfügbarkeit aufweist, wird angestrebt (Beste, 2013). Bei der Bodenbearbeitung gilt daher eine hohe Sorgfaltspflicht. Für den Wiesenumbruch auf den nicht zu steilen Flächen, kann aus der Nachbarschaft des Betriebes ein Geohobel ausgeliehen werden. Der Geohobel zerkleinert das organische Material und arbeitet diese in 3 bis 4 cm ein. Die verbleibende Wurzelmasse unter 6 cm im Boden wird langsam humifiziert (Böhm, 2017). Durch solche Bodenbearbeitungsmassnahmen, mit dem Verzicht auf eine tiefe und intensive Lockerung, wird die Bodenstruktur und das Bodenleben geschont, sowie Humusabbau verhindert (Hegglin, Clerc & Dierauer, 2014).

Die Edelman-Bohrung zeigt, dass auf der Parzelle am Bach der Wassereinfluss bei 4 Metern Entfernung hoch ist und bei 12 Metern Abstand zum Bach nicht mehr erkannt wurde. Die Rostflecken weisen laut R. Berger, wissenschaftlicher Mitarbeiter der ZHAW, darauf hin, dass eine periodische Vernässung stattfindet (persönliche Mitteilung, 2020). Insgesamt ist der Boden bis und mit acht Meter vom Bach vermutlich ein grundwasserbeeinflusster und nicht ein stark grundwassergeprägter Boden. Beachtet werden sollte, dass um den Ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) zu erfüllen ein 6 m breiter Pufferstreifen entlang von Gewässern angebracht werden muss. Zu oberirdischen Gewässern dürfen auf einer Breite von mindestens 3 Metern keine Dünger ausgebracht werden (Furrer et al., 2011). Bei diesem bereits vorhandenem Krautsaum von etwa 6 Metern wurde der Lebensraum *Filipendulion* vom Betrieb festgestellt (Betriebsdaten intern, 2020). Da *Filipendula ulmaria* bereits in dieser feuchten Hochstaudenflur häufig vorkommt, könnte diese Kultur somit vom Betrieb durch die Wildsammlung geerntet werden. Ob und in welchem Rahmen eine Nutzung des Pufferstreifens möglich ist, sollte mit dem Landwirtschaftszentrum Ebenrain in Sissach (BL) abgeklärt werden. Ebenso sollte weiter geprüft werden, ob *Equisetum arvense* ebenfalls aus einer nachhaltigen Wildsammlung entnommen werden könnte, oder der Feldanbau für den Betrieb vorgezogen wird. Da Vernässungsanzeichen bis 8 Meter vom Bach festgestellt wurden, könnten zwei Beete nach dem Pufferstreifen folgen, welche die Arten von der empfohlenen Pflanzenliste (Tabelle 9) für das Feuchtgebiet der Parzelle am Bach enthalten. Da diese feuchte Stelle vorwiegend temporär von Wasser beeinflusst wird, sollte die Bodenbearbeitung zu einem trockenen Zeitpunkt erfolgen.

Klima

Der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau ist in hohem Masse von klimatischen Bedingungen abhängig. Bis auf *Rosmarinus officinalis* und *Aloysia citrodora* eignen sich die vorgesehen Kulturen gut für das örtliche Klima. Hauptproblem für den Anbau von *Rosmarinus officinalis* und *Aloysia citrodora* in

der Region ist die fehlende Frosthärte. Bei Temperaturen unter -5 bis -10°C nehmen vor allem ältere Pflanzen oder ältere Pflanzenzweige von *Rosmarinus officinalis* Schaden. Bei der Sortenwahl gilt daher eine Varietät mit möglichst hoher Frosttoleranz zu berücksichtigen. Die Sorte von *Rosmarinus officinalis* «Arp» beispielsweise, hat eine Frosttoleranz von -12 °C und die Sorte «Hill Hardy» ist winterhart bis -22°C. Ob diese Sorten verfügbar sind und welche aromatischen Eigenschaften diese aufweisen, müssen vom Betrieb geprüft werden. Aufgrund der zusätzlichen Anfälligkeit gegenüber Wechselfrösten in der Phase des Wiederaustriebes, bleibt *Rosmarinus officinalis* eine Risikokultur. Eine weitere Option wäre nach G. Dubacher *Rosmarinus officinalis* sowie *Aloysia citrodora* einjährig anzupflanzen (persönliche Mitteilung, 2020). Bisher wurden vom Betrieb an dem dreijährigen *Rosmarinus officinalis* jedoch keine frostbedingten Schäden beobachtet (Betriebsdaten intern, 2020). Um Auswinterungsschäden zu minimieren, sollte Zeitpunkt, Intensität und Höhe des Schnittes auf die jeweiligen Kulturen optimal angepasst werden.

Nach den Monatsmittelwerte von Temperatur und Niederschlag, welche in den Jahren 1981–2010 von MeteoSchweiz (2020) gesammelt wurden, sind die Anzahl Regentage im Sommer weniger. Jedoch gibt es mehrere grössere Niederschläge von 5-10 mm. Durch die Klimaveränderung werden ebenfalls nach dem Statusbericht Klima vom Lufthygieneamt beider Basel (2020) die Starkniederschläge zunehmen, was Erosion und die Auswaschung von Nährstoffen zur Folge hat. Laut Hegglin et al. (2014) führt eine reduzierte Bodenbearbeitung zu einem erhöhtem Humusgehalt an der Oberfläche, was zu einem verbesserten Erosionsschutz beiträgt. Durch die Abnahme von Regentagen im Sommer könnten sich die Herausforderung stellen, dass bei Ansaaten die Niederschläge fehlen. Eine Bewässerungsmöglichkeit für Ansaaten sollte demnach vom Betrieb überprüft werden. Des Weiteren nehmen nach dem Statusbericht trockene Sommer mit Wasserknappheit in Zukunft zu und die Hitzetage erhöhen sich. Auch der Fachbericht Klimaszenarien von MeteoSchweiz (2014) gibt an, dass die Temperaturen bis 2060 um 1.1 bis 3.5°C zunehmen. Da viele angebaute Kulturen aus wärmeren Regionen stammen, könnten sich durch die Klimaerwärmung klimatische Vorteile ergeben. Durch die Trockenheit im Sommer könnte die Möglichkeit einer Bewässerung das Ertragspotential deutlich steigern und sollte daher vom Betrieb gut analysiert werden. Eine Bewässerung sollte möglichst geringfügig auf den Bedarf der Kulturart eingesetzt werden (Agridea, 2007). Dabei sollte berücksichtigt werden, dass durch einen moderaten Wasserstress die Sekundäre Inhaltsstoffe, wie beispielsweise die ätherischen Öle, steigen können. So wurde in einer Untersuchung zu Auswirkungen von Wasserstress festgestellt, dass bei *Melissa officinalis* bei 60 % Feldkapazität der höchste Ertrag an ätherischem Öl erzielt werden kann (Farahani, Valadabadi, Daneshian & Khalvati, 2009). Ebenfalls zeigt eine Studie von Ahl et al. (2019) über den Anbau von *Thymus vulgaris* und eine Studie von Ninou, Paschalidis & Mylonas (2017) zum Anbau von *Ocimum basilicum*, dass durch eine Wasserversorgung mit gezieltem Wasserstress die Trockenmasse, den Gehalt und die Ausbeute an ätherischen Ölen von *Thymus vulgaris* und *Ocimum basilicum* beeinflusst werden kann. Durch selektiven Stress kann demnach die Ausbeute von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen bis zu einem gewissen Punkt gesteigert werden. Durch die Sortenwahl und technische Massnahmen wie nachhaltige Bewässerungssysteme sind Anpassungen an die entsprechenden klimatischen Bedingungen möglich (Adam et al., 2007).

Topografie

Gemäss der ermittelten Sonnenscheindauer für die einzelnen Flächen können die Anzahl Sonnenstunden der Anbauflächen als hoch eingeschätzt werden kann. Da die vorgesehenen Arznei- und Gewürzpflanzen laut dem Zeigerwert der Lichtzahl, einen hell bis sehr hellen Standort bevorzugen, eignen sich alle Standorte für die Lichtansprüche der Kulturen.

Für 20 Aren, welche eine Hangneigung von über 18 % aufweisen, ist das Erosionsrisiko gemäss Lehman (2000) hoch. Davon weisen 4 Aren eine extreme Hangneigung von > 35-50 % auf. Hier sollte genauer vom Betrieb abgeklärt werden, ob eine Bewirtschaftung mit Gewürz- und Arzneipflanzen Sinn macht. Solche Flächen könnten sich Aufgrund des Mehraufwandes beispielsweise für Biodiversitätsförderflächen besser eignen. Bei den restlichen 15 Aren, welche eine Hangneigung von 18-35 % haben, könnte die Fläche terrassiert werden. So wären die Flächen besser bewirtschaftbar und das Erosionsrisiko würde gesenkt werden. Laut Adam et al. (2007) neigen lehmige und tonige Böden jedoch wenig bis sehr weniger zur Erodierbarkeit und eine reduzierte Bodenbearbeitung mit dem Ziel eines erhöhtem Humusgehalt und guter Bodenstruktur trägt zum Erosionsschutz bei (Hegglin et al., 2014). Auf der Fläche Marchmatt und möglicherweise am Bach, muss durch die umliegende Topographie mit Effekten von Kaltluftseen mit extrem Spätfrösten gerechnet werden. Um Spätfrostschäden vorzubeugen kann bei heiklen Kulturen neben einer Vliesauflage eine zusätzliche Doppelvlies-Bedeckung über die Kultur ausgelegt werden, denn die Luftschichten zwischen den Vliesen können eine Art Wärmepuffer bilden (Agroscope, 2017).

Standorteignung mit Ampelsystem

Insgesamt fallen die Ergebnisse der Standorteignung der Arznei- und Gewürzpflanzen positiv aus. Der Vorteil der Standorteignung durch das Ampelsystems (Anhang 7) liegt darin, dass für jede Anbauflächen die Chancen oder Gefahren für die einzelnen Indikatoren visuell schnell wahrnehmbar und vergleichbar sind. Ein Nachteil dabei ist, dass bei den verwendeten Zeigerwerten nach Landolt & Bäuler (2010) durch die angegebenen Werte eine Genauigkeit und Eindeutigkeit vorgetäuscht wird. Die Zeigerwerte beeinflussen sich gegenseitig und sind daher unter bestimmten Umweltbedingungen variabel (Landolt & Bäuler, 2010). Kombiniert mit der Fachliteratur erweisen sie sich jedoch als eine gute Entscheidungshilfe für die Standorteignung und Anbauplanung.

5.3 Anbauplan

Multicrop-System

Ein grosser Mehrwert von Multicrop-Systemen ist, dass diese Biodiversität und Produktion vereinen und nicht in Konkurrenz stellen. Gerade die Intensivierung der Landwirtschaft hat laut dem Biodiversitätsbericht der IPBES von Hufe, Haerdle & Wolst (2019), in den letzten Jahrzehnten zu einem Anstieg der Nahrungsmittelproduktion auf Kosten des Rückgangs der Biodiversität geführt. Die Schweizer Landwirtschaft hat als grösste Flächennutzerin eine grosse Verantwortung und kann direkt auf die Biodiversität Einfluss nehmen (BAFU & BLW, 2008). Gerade in Betracht des ungenügenden Zustandes der Biodiversität in der Schweiz (BAFU, 2014) bieten Multicrop-Systeme einen höheren biologischen Nutzen als Monokulturen. Durch die vielfältige und kleinräumige Landwirtschaft von Multicrop-Systemen kann laut L. Merkelbach eine Vielfalt an Strukturen und Mikroklimas,

von welchen beispielsweise Insekten, Wildbienen und gewisse Vogelarten profitieren, entstehen (mündliche Aussage, 2020). Obwohl im Theorieteil einige mögliche positive Effekte von Wechselwirkungen innerhalb von Mischkulturen erwähnt werden, ist die Datengrundlage und der Stand der Forschung unzureichend, um Aussagen über günstige Kulturnachbarn diesbezüglich zu geben. Die Mischung von Pflanzenarten innerhalb der Reihen der Beete bedeutet ein höherer Arbeitsaufwand. Da der Betrieb die Mischung von verschiedenen Kulturen innerhalb eines Beetes aus arbeitswirtschaftlichen Gründen nicht vorsieht, wurde dies nicht untersucht. Ob sich eine Mischkultur in welcher mehrere Arten innerhalb einer Reihe stehen betriebswirtschaftlich vereinbar ist, könnte der Betrieb bei genügend Kapazität durch Anbauversuche überprüfen.

Durch die Unterteilung der Anbaufläche in viele kleine Beete entsteht ein Mehraufwand für die Anbauplanung. So ist beispielsweise die Fruchtfolge- und Düngungsplanung einiges aufwändiger und bei der Umsetzung arbeitsintensiver. Wird der Anbauplan jedoch geschickt geplant, können arbeitsintensive Spitzenzeiten wie die Ernte beispielsweise durch die Nutzung verschiedenen Höhenlagen gestaffelt durchgeführt werden (Agridea, 2007). Durch die hohe Vielfalt können laut E. Grünenfelder Ernteaussfällen von Kulturen gut abgefedert werden (mündliche Mitteilung, 2020). Bei höherer Diversität ist wiederum ein höheres Knowhow des Betriebspersonals gefragt.

Auf Vorschläge für eine fixe Beetzuteilung und Fruchtfolgeplanung der Arznei- und Gewürzpflanzen wurde verzichtet, da die Anbauplanung und somit die Beetgestaltung noch stark von der Planung der weiteren Sonderkulturen abhängig ist. Da die Planung dieser weiteren Sonderkulturen wie Beeren- und Gemüsekulturen vom Betrieb noch nicht abgeschlossen ist, sollte schliesslich der Betrieb die Erkenntnisse und Vorschläge dieser Arbeit in die Anbauplanung integrieren und die differenzierte Beetplanung selbst vornehmen. Um die Beetplanung zu vereinfachen helfen die erstellten Übersichtstabellen des Kapitels 4.4 Anbauplan. Daraus können die Produktionsmengen, die benötigte Anbaufläche und die Empfehlungen für die Zuteilung der Kulturen auf die Parzellen entnommen werden. In der Tabelle 11 können wesentliche Kulturdaten für die Beetplanung entnommen werden, wie beispielsweise der Pflanzabstand, die benötigte Anzahl Pflanzen oder Menge an Samen, sowie den Zeitpunkt der Aussaat bzw. Pflanzung und Ernte abgelesen werden. Die angegebenen Kulturdaten für die Beetplanung dienen als Richtwerte für die weitere Planung. Der optimale Erntezeitpunkt einer Kultur ist dann gegeben, wenn der jeweils gewünschte Inhaltsstoff im Optimum liegt. Laut (Adam et al., 2007) wird der Höchstwert des ätherischen Öles in den meisten Fällen zu Blühbeginn erreicht. In Arbeitsintensiven Monaten wie April und Mai bei der Pflanzung und Beetvorbereitung, sowie im Juli und August für Arbeitsspitzenzeiten bei der Ernte, sollten bestenfalls weitere Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

Der empfohlene Pflanzabstand der Arznei- und Gewürzpflanzen wird im grossflächigen Anbau vor allem durch die Dimension von Traktor und Gerätschaft vorgegeben. Durch die vom Betrieb vorhergesehenen Bewirtschaftungsgeräte ist es möglich, die Pflanz- und Reihenabstände eher enger zu bemessen. Dabei sollte jedoch die unterschiedlichen Wuchsstärken von verschiedenen Sorten noch berücksichtigt werden und gegebenenfalls die Pflanz- und Reihenabstände angepasst werden. Laut E. Theiler konnte durch den engeren Pflanzabstand und der manuellen Kulturpflege einen höheren

Ertrag festgestellt werden, als mit dem mechanisierten Anbau von Traktor und Gerätschaft (persönliche Mitteilung, 2020). Durch mehr Blattmasse werden zudem andere Beikräuter stärker beschattet. Ob sich die engeren Pflanzabstände Aufgrund der höheren Setzlingskosten auszahlt, könnte der Betrieb durch eigene Versuche und Berechnungen überprüfen.

Ein Vorteil für den Betrieb ist die Standardisierung der Beete in eine fixe Länge und Breite eines Beetes für alle Sonderkulturen. So kann die Planung der Fruchtfolge zusammen mit den Gemüsekulturen erfolgen und Zwischenfrüchte einfacher eingeplant werden. Durch die Vereinheitlichung können z. B. Mulchfolien, Vliese, kleine Tunnels sowie eine eventuelle Bewässerung für alle Kulturen gut verwendet und angepasst werden. Bei der Einteilung der Beete sollte berücksichtigt werden, dass mehrere Beete hintereinander mit der gleichen Kultur bevorzugt werden können. Dies erleichtert beispielsweise das Ernten und Hacken. Um den Aufwand des Hackens nicht unnötig zu fördern, sollte auf die Auswahl von Beetnachbarn geachtet werden. Beispielsweise hat *Thymus vulgaris* ein langsames Wachstum. Ist der Beetnachbar *Salvia sclarea* oder *Silybum marianum* können laut D. Berweiler keimende Samen bei Kulturende ein lästiges Unkrautproblem auch auf dem Nachbarbeet werden (persönliche Mitteilung, 2020). Ein weiteres Verunkrautungsproblem könnte *Equisetum arvense* darstellen, da diese Kultur ein weitreichendes Rhizomsystem mit eingelagerten Reservestoffen besitzt, welches als schwierig zu bekämpfen gilt (Total & Keller, 2018). *Equisetum arvense* ist eines der wenigen Kulturen, welches sich als Dauerkultur eignet (Kozak, 2007). Je nach dem müsste bei der Kulturpflege ein Mehraufwand eingerechnet werden, da um das Beet mehrmals gehackt werden muss, um die Verunkrautung zu vermeiden.

Insbesondere in Trockenperioden ist eine Zusatzbewässerung zur Förderung des Neuaustriebes nach dem ersten Schnitt sinnvoll. Es wird daher dem Betrieb empfohlen, ein Bewässerungskonzept zu planen und eventuell Neuanschaffungen vorzunehmen. Besonders auf der Parzelle Am Bach wäre die Entnahme vom Bach eine Möglichkeit, welche mit der Gemeinde abgesprochen werden könnte. Laut Adam et al. (2007) ist der Bau und Betrieb von Beregnungsanlagen sehr kostenaufwändig. Vor einer Investitionsentscheidung sei genau zu prüfen, ob der Nutzen durch beispielsweise einen erwartenden Mehrertrag, alle entstehenden Kosten decken.

Für die Planung und Umsetzung von Multicrop-Systemen sollte vertieft auf die betrieblichen Ressourcen eingegangen werden. Praktiker, welche den biologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau bereits in einem Multicrop-System durchführen, können eine wichtige Beratungsfunktion übernehmen. Um Multicrop-Systeme für Arznei- und Gewürzpflanzen für grössere Anbauflächen zu gestalten, bräuchte es eine enge Zusammenarbeit von Forschung, Bildung, Beratung und Agrarpolitik, sodass diese in der Praxis erfolgreich Verwendung finden könnte.

Fruchtfolge und Düngung

Eine sorgfältig geplante Fruchtfolge mit Einhaltung von Anbaupausen und einer kulturspezifischen Düngung, können massgeblich Schädlinge in Schach halten. Der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln wurde nicht untersucht. Jedoch könnten Produkte wie beispielsweise RhizoSol, welche das Bodenbakterium *Bacillus amyloliquefaciens* enthalten, ein gesundes Bodenleben fördern und ein

gesundes, vitales Pflanzenwachstum fördern, welches den Ertrag verbessern könnte (Andermatt Biocontrol, 2020). Die Verwendung von Pflanzenstärkungsmitteln, welche beispielsweise ebenfalls Komposttee oder Jauchen enthalten, könnten vom Betrieb weiter geprüft werden.

Durch die noch nicht beendete Anbauplanung der weiteren Sonderkulturen, konnte keine detaillierte Fruchtfolge- und Düngungsplanung ausgearbeitet werden. Durch Beispiele wurde in der Arbeit versucht Hinweise und Vorschläge zu geben, welche bei der vertieften Planung und Umsetzung hilfreich sein könnten.

Da etwa 20 Aren der Anbaufläche ein erhöhtes Erosionsrisiko aufweisen, sollte darauf geachtet werden, dass Fruchtfolgeflächen nicht lange brach liegen. Bei hohen zeitlichen Abständen zwischen zwei Hauptkulturen, könnten weitere Zwischenfrüchte und Grünbrachen integriert werden, welche die Durchwurzelung und Bedeckung sicherstellen und somit dem Erosionsrisiko entgegenwirken. Bei der Fruchtfolge sollte beachtet werden, ob das Fruchtfolgeglied frische Stallmistgaben verträgt und welche Nährstoffbedürftigkeit sie aufweist. Gruppen von Zeigerwerten vom Kapitel 2.3 Standortansprüche können für Wahl Nachfrucht als Entscheidungshilfe dienen.

Das Beispiel von Abbildung 11 zeigt eine mögliche Düngungsempfehlungen für Kräuter und Gewürze. Die Düngungsnorm, welche nach dem geschätzten Ertrag einer Kultur basiert, kann der Betrieb bei der vertieften Anbauplanung den Kulturanleitungen (Anhang 2) entnehmen und zusammen mit dem Korrekturfaktor der Parzellen (Anhang 8) berechnen. Bei einem 10 % höheren Ertrag, wird die Norm ebenfalls um 10 % erhöht. Die Düngung der Arznei- und Gewürzpflanzen sollte möglichst nachhaltig und bedarfsgerecht durchgeführt werden, wobei die Schonung der Umwelt gewährleistet werden sollte. Durch solche Massnahmen können Mangel oder Ungleichgewichte von Nährstoffen verhindert werden (Carlen & Carron, 2017). Wird der Düngung zu wenig Beachtung beschenkt, können laut Carlen & Carron (2017) beispielsweise bei Stickstoffmangel Wüchsigkeit und Ertrag negativ beeinflusst werden. Bei Stickstoffüberschuss kann neben Umweltfolgen die Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Krankheiten und Schädlingen begünstigt werden.

Pflanzenschutz

Als gute Basis für den Pflanzenschutz, wird ein betriebliches Naturschutz- und Nachhaltigkeitskonzept empfohlen, wobei durch naturnahe Lebensräume, wie beispielsweise Hecken und Buntbrachen, Nützlinge gefördert werden (Koller et al., 2020). Da viele Arznei- und Gewürzpflanzen eine lange Standzeit haben und der Betrieb die Anbauflächen pfluglos bearbeiten möchte, könnten Mäuse ein Problem werden. Die natürlichen Feinde sollten deshalb gefördert werden. In das betriebliche Naturschutz- und Nachhaltigkeitskonzept sollten demnach Ast- und Steinhäufen mit Aufzucht-kammern zur Förderung von Hermelin und Mauswiesel, sowie Sitzwarte zur Jagderleichterung von Mäusebussard, Rotmilan, Falken und Eulen beinhalten. Der Betrieb konnte bereits Hermelin sowie Mäusebussard, Rotmilan und Falken nahe den Anbauflächen beobachten (Betriebsdaten intern, 2020). Durch solche präventive Massnahmen könnten wirtschaftliche Einbussen vermieden werden.

Laut E. Grünenfelder, E. Theiler und B. Dubacher sei in ihren Betrieben noch nie eine Schädlingsbekämpfung nötig gewesen (mündliche Mitteilung, 2020). Durch eine geeigneten Standortwahl, der Schaffung optimaler Wachstumsbedingungen und der Einhaltung von Anbaupausen innerhalb einer durchdachten Fruchtfolge sollten in einem Multicrop-System eher keine Schädlingsbekämpfung nötig sein. Da der Betrieb einen hohen Anteil an Lippenblütlern aufweist, wird dennoch die Erarbeitung eines Pflanzenschutzkonzeptes empfohlen, um beispielsweise Blattzikaden, welche einen hohen Schadenspotential aufweisen, im Notfall bekämpfen zu können. Dieses Konzept könnte beispielsweise die Anbringung von Insektenschutznetzen über die Kulturen oder nützlingsschonenden biologischen Insektiziden beinhalten.

Um Krankheitserreger, wie beispielsweise den Falschen Mehltau (*Peronospora lamii*) und die Wurzel- und Stängelfäule (*Fusarium oxysporum f. sp. basilici*), welche bei *Ocimum basilicum* zu Totalausfällen führen können, zu vermeiden, sollte neben der Sortenwahl auf gesundes, zertifiziertes Saat- bzw. Pflanzgut geachtet werden.

5.4 Betriebswirtschaft und Arbeitszeitberechnung der Ernte

Aufgrund des Umfangs der vorliegenden Arbeit und fehlender genaueren Referenzdaten wurden für die Kulturen des Multicrop-System keine genaueren Wirtschaftlichkeitsberechnung gemacht. Nur durch den Vergleich publizierter Deckungsbeiträgen, wie beispielsweise die Plannormative des KTBL zu Heil- und Gewürzpflanzen, lassen sich keine wirtschaftlich begründete Entscheidung über den Einstieg in den Arznei- und Gewürzpflanzenanbau treffen, denn eine Vielzahl an Informationen wird benötigt (Plescher, 2014). Um abzuschätzen, bei welchen Kulturen die Deckungskosten gedeckt werden können, wird dem Betrieb empfohlen eine einfache Wirtschaftlichkeitsberechnung durchzuführen. Dies könnte idealerweise mithilfe einer Beratungsperson aus dem Arznei- und Gewürzpflanzenanbau erfolgen. So kann vom Betrieb festgestellt werden, ob sich der Anbau für alle vorhergesehenen Arznei- und Gewürzpflanzen lohnen könnte, oder gewisse Kulturen doch eher zugekauft werden sollten. Vertiefte betriebswirtschaftliche Bewertungen machen vor allem nach dem ersten Pflanzjahr Sinn. Dabei sollte grossen Wert auf eine gute Dokumentation der Arbeitszeit, Erntemengen und sonstigen Ressourcen gelegt werden.

Die vorhergesehenen Arznei- und Kulturpflanzen wurden analysiert, ob sie einen hohen, mittleren oder niedrigen Arbeitszeitbedarf für ein 30-Meter-Beet aufweisen. Aufgrund der aufwändigen Handarbeit wurde *Monarda didyma*, *Centaurea cyanus* und *Malva sylvestris* als Kulturen mit einem hohem Arbeitszeitbedarf eingestuft. Da vor allem die Arbeitszeit hohe Kosten verursacht, könnte vor allem durch ein Weglassen solcher Kulturen Personalkosten gespart werden. Der Einsatz von biologisch abbaubaren Folien ist zu prüfen, da diese wesentlich Arbeitskosten einsparen könnten. Zu berücksichtigen gilt, dass einjährig kultivierte Pflanzen jedes Jahr neu gesät oder gepflanzt werden müssen und so die Arbeitszeit in den Bereichen der Kulturvorbereitungen viel höher sein kann. Je älter wiederum die Arznei- und Gewürzpflanzen ohne Vertragsverlust bei guter Kulturführung werden können, desto weniger Arbeitszeit fällt ausserhalb der Ernte an. Durch Anschaffungen von Erntemaschinen kann viel Arbeitszeitaufwand eingespart werden. Laut G. Dubacher brauchte die Ernte

von 500m² *Thymus vulgaris* von Hand etwa acht Stunden und durch die Erntemaschine Harvester Concept nur noch 30 Minuten für dieselbe Fläche (persönliche Mitteilung, 2020). Die Anschaffung von geeigneten Erntemaschinen sollte demnach vom Betrieb überprüft werden.

Gerade in der biologischen Produktion, stellt die Unkrautbekämpfung höhere Ansprüche und für die manuelle Bekämpfung muss mit viel Arbeitszeitaufwand gerechnet werden. Da Unkräuter mit den Kulturpflanzen um Nährstoffe, Wasser und Licht konkurrieren, sowie Schaderreger übertragen und die Ernteprodukte verunreinigen, gehört eine sachgerechte und erfolgreiche Unkrautbekämpfung laut Adam et al. (2007) zu den wichtigsten Voraussetzungen für die wirtschaftliche und nachhaltige Produktion von Gewürz- und Arzneipflanzen. Der Mengenertrag und der Wirkstoffgehalt hängen stark mit dem richtigen Erntetermin zusammen. Viele Arznei- und Gewürzpflanzen weisen am Mittag den höchsten Gehalt an ätherischen Ölen auf. Durch Witterungsverhältnis, Bodenzustand (Begehrbarkeit), Tageszeit, vorangegangenes Licht- und Wärmeangebot, Arbeitskraft- und Geräteverfügbarkeit und die Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit von der Verarbeitung (Destille und Solartrockner), kann es zu Engpässen kommen und gelten daher schon bei der Planung zu berücksichtigen (Dachler & Pelzmann, 2017).

Die Qualifikation der Mitarbeitenden spielt zudem eine grosse Rolle, denn durch fehlenden Kenntnisse über Wachstumsbedingungen, Bestandesführung und agrotechnischer Termine, kann der wirtschaftlichen Erfolg massgeblich beeinflusst werden (Adam et al., 2007). Vorliegende Arbeit könnte demnach durch den Wissenstransfer zum wirtschaftlichen Erfolg des Betriebes einen wichtigen Beitrag leisten.

6 Fazit

Das Multicrop-System für die biologische Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen eignet sich für den Betrieb. Dies aufgrund der hohen Vielfalt an verschiedenen Arznei- und Gewürzpflanzen, den vorhandenen Arbeits- und Verarbeitungsgeräten, den Vorteilen aus der Standardisierung der Beete mit weiteren Sonderkulturen, der Nutzung von unterschiedlichen Erntezeitpunkten, dem Abfedern von Ernteaussfällen, sowie weiteren arbeitswirtschaftlichen und betriebspolitischen Gründen. Letzteres ist insofern wichtig, da der Betrieb für seine Anbauflächen ein Anbausystem mit hoher Biodiversität vorsieht. Gerade in Betracht des ungenügenden Zustandes der Biodiversität in der Schweiz bieten Multicrop-Systeme eine höhere ökologische Leistung als Monokulturen. In der Anbauplanung können durch das Multicrop-System ökologische und ökonomische Aspekte vereint werden, sodass diese nicht unmittelbar in Konkurrenz stehen. Ein Multicrop-System stellt allerdings höhere Ansprüche an die Umsetzung. Durch die Unterteilung einer Anbaufläche in viele kleine Beete entsteht ein Mehraufwand für die Anbauplanung, bei welcher beispielsweise die Fruchtfolge- und Düngungsplanung arbeitsintensiver sein kann. Eine hohe Diversität an verschiedenen Kulturen erfordert ein hohes Knowhow. Das kulturspezifische Fachwissen sollte bei der Fruchtfolge- und Düngungsplanung berücksichtigt werden. Die Gegebenheiten eines Standortes, sowie die Ansprüche der Arznei- und Gewürzpflanzen an Boden und Klima, sind sehr unterschiedlich, weshalb eine sorgfältige Standorteignung wesentlich ist. Diese ergab, dass sich die vorhergesehenen Kulturen, bis auf gewisse Einschränkungen einzelner Kulturen, alle eignen und konnten somit der möglichst geeignetsten Parzelle zugeordnet werden. Um die Eignung eines Multicrop-Systems für die biologische Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen zu prüfen, sollten neben einer biophysikalischen Beurteilung von Boden und Klima, die betrieblichen Rahmenbedingungen wesentlich berücksichtigt werden. Je nach Ausstattungen, Ressourcen, Artenspektrum und ökonomischen, sowie ökologischen Bedürfnissen eines Betriebes variiert die Eignung, Umsetzung und Gestaltung eines Multicrop-Systems. Betriebswirtschaftlich gesehen kann sich der Anbau von vielen verschiedenen Arznei- und Gewürzpflanzen für kleinere Betriebe lohnen, sofern die Vermarktungs- oder Verarbeitungsmöglichkeit gegeben ist. Betriebe, welche den biologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau bereits in einem Multicrop-System praktizieren, können eine wichtige Beratungsfunktion übernehmen.

7 Literaturverzeichnis

- Adam, L., Asche, S., Fritzsche, R. & Achleitner, A. (2007). *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus*. Bernburg: Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA eVBernburg.
- Agridea. (2007). *Heil- und Gewürzkräuter: Datenblätter*. Lindau: Agridea.
- Agroscope. (2017). Spätfrostschäden vorbeugen. *Gemüsebau Info, Extension Gemüsebau*, (06/2017), 5.
- Ahl, H., Sabra, A., Alataway, A., Astatkie, T., Mahmoud, A. & Bloem, E. (2019). Biomass production and essential oil composition of *Thymus vulgaris* in response to water stress and harvest time. *Journal of Essential Oil Research*, 31(1), 63–68.
- Andermatt Biocontrol. (2020). RhizoSol. Zugriff am 2.1.2021. Verfügbar unter: https://www.biocontrol.ch/de_bc/rhizosol
- BAFU. (2014). *Biodiversität in der Schweiz: Kurzfassung des 5. Nationalberichts zuhanden der Biodiversitätskonvention*. Bern: Bundesamt für Umwelt.
- BAFU & BLW. (2008). Umweltziele Landwirtschaft - Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. *Umwelt-Wissen* (0820), 221.
- Baroffio, C., Richoz, P. & Fischer, S. (2012). *Schädlinge auf Medizinal- und Aromapflanzen Minze Longitarsus ferrugineus*. Changins-Wädenswil: Agroscope.
- Beste, A. (2013). *Erweiterte Spatendiagnose. Weiterentwicklung einer Feldmethode zur Bodenbeurteilung* (1. Auflage, Band 11). Berlin: Dr. Hans-Joachim Köster.
- Biobergkräuter. (2020). Kräuterhof Le Pläne. Zugriff am 20.12.2020. Verfügbar unter: <https://www.biobergkraeuter.ch/produzenten/kr%C3%A4uterhof-le-pl%C3%A2ne/>
- Böhm, M. (2017). Die Erde wird gehobelt. *Landwirt*, (5), 46–49.
- Boschi, C. & Krummenacher, J. (2018). *Fördermassnahmen für Wiesel im Landwirtschaftsgebiet*. Gränichen/Brugg: Stiftung WIN Wieselnetz, Agrofutura AG.
- Carlen, C. & Carron, C.-A. (2017). Düngung von Medizinal- und Aromapflanzen (Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz). *Agrarforschung Schweiz*, 8(6). 1-10.
- Dachler, M. & Pelzmann, H. (2017). *Arznei- und Gewürzpflanzen: Lehrbuch für Anbau, Ernte und Aufbereitung* (3. Auflage.). München: avBuch.
- Eghbal, R., Beck, M. & Behrend, H. (2017). *Ökologischer Gemüseanbau: Handbuch für Beratung und Praxis* (3. Auflage.). Mainz: Bioland Verlag.
- Ehrmann, J. & Ritz, K. (2013). Plant: Soil interactions in temperate multi-cropping production systems. *Plant and Soil*, 376, 1–29.

- Ellenberg, H. (2001). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (Scripta geobotanica vol. 18). Göttingen: E. Goltze.
- Farahani, H. A., Valadabadi, S. A., Daneshian, J. & Khalvati, M. A. (2009). Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(5), 329–333.
- Flück, H. (1954). The influence of the soil on the content of active principles in medicinal plants. *The Journal of pharmacy and pharmacology*, 6, 153–63.
- Fortier, J.-M., Telliez, D. & Palme, W. (2017). *Bio-Gemüse erfolgreich direktvermarkten: der Praxisleitfaden für die Vielfalts-Gärtnerei auf kleiner Fläche: alles über Planung, Anbau, Verkauf* (2. Auflage.). Innsbruck: Löwenzahn.
- Furrer, S., Niederberger, H., Keller, L., Vaudroz, P., Simonin, P. & Charollais, M. (2011). *Pufferstreifen - richtig messen und bewirtschaften* (2. Auflage.). Lindau: Agridea.
- GeoViewBL. (2020). Suche Ort, Objekte. Zugriff am 25.10.2020. Verfügbar unter: <https://geo-view.bl.ch/>
- Heeger, E. F. (1956). *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues: Drogengewinnung*. Berlin: Deutscher Bauernverband.
- Hegglin, D., Clerc, M. & Dierauer, H. (2014). *Reduzierte Bodenbearbeitung* (1. Auflage.). Frick: Forschungsinstitut für biologischen Landbau.
- Heller, W. & Zoller, C. (2010). Desinfektion von Basilikum-Saatgut ist eine Herausforderung. *Agrarforschung Schweiz*, 1(5), 190–193.
- Hess, H. E. (2015). *Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete* (7. Auflage.). Basel: Springer.
- Hufe, S., Haerdle, B. & Wolst, D. (2019). *Das „Globales IPBES Assessment“ des Weltbiodiversitätsrates IPBES* (2. Auflage.). Leipzig: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung.
- Koller, M., Hauenstein, S. & Rochat, A. (2020). *Schädlingsregulierung im Biokräuteranbau*. Merkblatt Nr. 1627. Frick: Forschungsinstitut für biologischen Landbau.
- Laborins. (2020). Bericht Bodenproben. Auftrag 52400. Kerzers: Labor Ins AG
- Landolt, E. & Bäumler, B. (2010). *Flora indicativa: ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen* (2. Aufl.). Bern: Haupt.
- Lehman, A. (2000). Bodenersosion im Ackerbau: Massnahmen gezielt planen. *Umweltpraxis*, 25, 57–60.
- Lenne, F., Carron, C.-A. & Baroffio, C. (2017). Push & Pull: ein neuer Ansatz für die Bekämpfung von Zikaden auf Lippenblütlern, *Swiss Herbal Note* 3, *Agroscope Transfer*, 195, 4.

- Lufthygieneamt beider Basel. (2020). *Statusbericht Klima - Handlungsfelder in Basel-Landschaft*. Schlussbericht. Zollikon: EBP Schweiz AG.
- map.geo.admin. (2020). Ort suchen oder Karte hinzufügen. Zugriff am 25.10.2020. Verfügbar unter: <https://map.geo.admin.ch>
- MeteoSchweiz. (2014). *Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht*. Nr. 243. Zürich: Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz.
- MeteoSchweiz. (2020). *Klimanormwerte Rütenberg - Normperiode 1981–2010*. Zugriff am 5.10.2020. Verfügbar unter: https://www.meteoschweiz.admin.ch/product/output/climate-data/climate-diagrams-normal-values-station-processing/RUE/climsheet_RUE_np8110_d.pdf
- Müller, W. & Kellerhals, M. (1997). Obstbau. Zollikofen: Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale.
- Murphy, D. J., Murray, B. G., Thomas, B., Murray, B. G. & Thomas, B. (2003). *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. Burlington: Elsevier Science.
- Ninou, E., Paschalidis, K. & Mylonas, I. (2017). Essential Oil Responses to Water Stress in Greek Oregano Populations. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(1), 12–23.
- Pank, F., Baumann, E. & Walter, H. (1990). Aktueller Stand der Verfahren der Unkrautbekämpfung im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau und Aufgaben der weiteren Entwicklung unter Berücksichtigung ökologischer Forderungen. *Feldwirtschaft*, 11(31), 505–508.
- Pharmasaat. (2020). *Salvia sclarea, Muskateller Salbei, Arterner*. Zugriff am 3.11.2020. Verfügbar unter: <https://www.pharmasaat.de/onlineshop/Kraeuter-Saatgut/Salvia-sclarea-Muskateller-Salbei-Arterner::163.html?language=de>
- Plescher, A. (2014). *Arzneipflanzenanbau als landwirtschaftlicher Erwerb: Praxisleitfaden für den Einstieg in den Arznei- und Gewürzpflanzenanbau*. Berlin: HLBS Verlag.
- Regionatur. (2020). Natur und Landschaft der Region Basel. Zugriff am 4.11.2020. Verfügbar unter: <https://www.regionatur.ch/Themen/Physische-Geographie/Klima>
- Solartopo. (2020). Tageslänge, Sonnenaufgang und -untergang berechnen. Zugriff am 12.9.2020. Verfügbar unter: <http://solartopo.com/tageslaenge.html>
- Staudengärtnerei Gaissmayer. (2020). *Salvia sclarea - Muskateller-Salbei*. Zugriff am 4.11.2020. Verfügbar unter: <https://www.gaissmayer.de/web/shop/themenwelten/mit-stauden-gestalten/laendlicher-garten/bauerngaerten/wuerz-und-heilpflanzen-fuer-bauerngaerten/5/salvia-sclarea/8977/>
- Total, R. & Keller, M. (2018). *Wichtige Unkräuter: Acker Schachtelhalm (Equisetum arvense)*. Merkblatt Nr. 79. Wädenswil: Agroscope.
- Vogel, G., Hartmann, H. & Krahnstöver, K. (1996). *Handbuch des speziellen Gemüsebaus*. Stuttgart: Ulmer.
- Weinrich, C. (2019). *Mischkultur im Hobbygarten* (5. Auflage.). Stuttgart: Ulmer.

Anhang

Inhaltsverzeichnis Anhang

Anhang 1: Rahmenbedingungen des Betriebes.....	58
Anhang 2: Kulturanleitungen.....	59
Anhang 3: Protokoll der Spatendiagnose.....	74
Anhang 4: Merkmalsteilung der Bodenaggregate nach Beste (2013).....	79
Anhang 5: Gefügeböden für tonige Böden nach Beste (2013).....	79
Anhang 6: Edelman-Bohrung.....	80
Anhang 7: Standortbestimmung der Zeigerwerte mittels Ampelsystem.....	81
Anhang 8: Ergebnisse der Laboranalyse von Laborins (2020).....	83
Anhang 9: Aufgabenstellung.....	85
Anhang 10: Verfassungserklärung.....	87

Anhang 1: Rahmenbedingungen des Betriebes

Rahmenbedingungen vom Betrieb für die Anbauplanung

- Der Betrieb wird biologisch geführt und die Kulturmassnahmen sollten deshalb die Richtlinien von Bio-Suisse erfüllen.
- Für die Parzelle «Marchmatt» besteht nur eine Nutzungsvereinbarung für ein Jahr und eine Nutzung für die Folgejahre ist noch unklar. Deshalb sollte bei der Zuteilung der Kulturen für diese Anbaufläche nur Arten vorgeschlagen werden, welche für eine Vegetationsdauer geeignet sind.
- Da die Parzelle «Wil» am weitesten entfernt ist, eignen sich keine Kulturen, welche mehrmals wöchentlich geerntet werden könnten (z. B. Malvenblüten, Ringelblumen und Goldmelisse).
- Pflanzen, welche an die Bergzone I angepasst sind, wie beispielsweise der Frauenmantel sollte nur für den Standort Wil eingeplant werden.
- Beete bzw. Reihen sollten so angelegt werden, dass manuelle Hackdurchgänge gut praktikierbar sind. Gute Erfahrungen für die Pflanzung von Hand und die manuelle Kulturpflege, wurde mit 70 cm breiten Beeten und 30 cm breiten Wegen gemacht. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen sollte auf die Mischung von Arznei- und Gewürzpflanzen innerhalb eines Beetes verzichtet werden.
- Beete sollten gut mit dem Einachser (70 cm Fräse und Mulcher) bearbeitet werden können und mit dem Jät-Ferrari (75cm Fahrspur) gut praktikierbar sein.
- Externe Landwirtschaftliche Maschinen sollten nur zu Beginn eingeplant werden (z. B. Geohobel).
- Die Ernte von Pflanzenorganen erfolgt von Hand oder kleineren Geräten wie Heckenschere oder Balkenmäher und sollte ebenfalls gut praktikierbar sein.
- Die Kulturen sollen, wenn möglich, gepflanzt und nicht gesät werden. Dies Aufgrund der fehlenden Infrastruktur und Ressourcen.
- Der Betrieb kultiviert weitere Sonderkulturen wie Beeren und Gemüse. Die Fruchtfolge muss nicht für jede Kultur über mehrere Jahre geplant werden. Die Anbauplanung des Betriebes für die weiteren Kulturen sind noch nicht abgeschlossen und können daher nicht in diese Arbeit eingeflossen werden. Folgende Familien könnten neben Gründüngungen als Nachfrucht stehen: Leguminosen, Kürbisgewächse, Kreuzblütler, Lauchgewächse, Nachtschattengewächse.
- Der Betriebszweig «Anbau» vom Betrieb, muss nicht die maximalen Erträge und die minimalen Produktionskosten liefern, welche im konventionellen Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen gelten. Dies Aufgrund von betriebspolitischen Entscheidungen, bei welchem die Biodiversität und der Eigenanbau eine wichtige Rolle spielt. Zudem kann durch den hohen Grad der Verarbeitung und Vermarktung eine höhere Wertschöpfung erzielt werden.

Folgende Arznei- und Gewürzpflanzen und Anbaumengen sind vorgesehen:

Kultur	Produktionsziel in kg
Ackerschachtelhalm (<i>Equisetum arvense</i>)	11
Basilikum (<i>Ocimum basilicum</i>) *	75
Engelwurz (<i>Angelica archangelica</i>)	17
Frauenmantel (<i>Alchemilla xanthochloras</i>)	7
Gewürzfenchel (<i>Foeniculum vulgare</i> ssp. <i>Vulgare</i>)	1.5
Goldmelisse (<i>Monarda didyma</i>)	1.8
Kamille (<i>Matricaria chamomilla</i>)	21
Kornblume (<i>Centaurea cyanus</i>)	9
Lavendel (<i>Lavendula angustifolia</i>)	120
Lavendel Speiklavendel (<i>Lavendula latifolia</i>)	9
Mädesüss (<i>Filipendula ulmaria</i>)	9

Malve (<i>Malva sylvestris</i> ssp. <i>Mauritiana</i>)	0.9
Melisse (<i>Melissa officinalis</i>)	1500
Minze, Pfefferminze (<i>Mentha x piperita</i>)	600
Muskateller Salbei (<i>Salvia sclarea</i>)	48
Oregano (<i>Origanum vulgare</i>)	45
Ringelblume (<i>Calendula officinalis</i>)	8
Rosenmelisse (<i>Monarda x fistulosa</i> 'Tetraploid')	150
Rosmarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	150
Salbei (<i>Salvia officinalis</i>)	1500
Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>)	40
Thymian (<i>Thymus vulgaris</i>)	230
Verveine (<i>Aloysia citrodora</i>)	24
Ysop (<i>Hyssopus officinalis</i>)	60
Total	4637.2

Bei mehrjährigen Kulturen können für die Ertragsmengen der Flächenberechnungen, das zweite Anbaujahr als Referenz genommen werden.

Anhang 2: Kulturanleitungen

Ackerschachtelhalm (*Equisetum arvense* L.)

Klima- und Bodenansprüche

Der Schachtelhalm ist ökologisch sehr anpassungsfähig und kommt vorzugsweise an Flussufern und in Überschwemmungsgebieten vor. Er ist auf der ganzen nördlichen Halbkugel vorzufinden. Somit etablieren sich ausladende Bestände auf Ackerflächen und Wiesen mit stets feuchtem Untergrund. Bei entsprechender Wasserversorgung kann der Schachtelhalm, mit Ausnahme extrem felsiger oder lehmiger Böden, auf jedem Bodentyp gut angebaut werden (Adam et al., 2007).

Stellung in der Fruchtfolge

Der mehrjährige Schachtelhalm gilt als selbstverträglich und kann durch ständige Verjüngung durch das Neupflanzen von Rhizomstücken aufrechterhalten werden. Dadurch ist eine Eingliederung in eine Fruchtfolge nicht sinnvoll (Kozak, 2007). Laut dem Merkblatt von Agroscope ist *Equisetum arvense* ein wichtiges Unkraut, welches aufgrund des weitreichenden Rhizomsystems und den eingelagerten Reservestoffen als schwierig zu bekämpfen gilt (Total & Keller, 2018).

Herkünfte bzw. Sorte

Der Ackerschachtelhalm gehört zur Familie der Schachtelhalmgewächse (*Equisetaceae*). Es stehen keine Sorten zur Verfügung, da der Ackerschachtelhalm nicht gezüchtet wird. Für einen Bestandesaufbau kann das Vermehrungsmaterial aus Wildvorkommen bezogen werden. Im Folgejahr sollte der Bestand auf der Anbaufläche genügend vermehrungsfähige Rhizome ausgebildet haben (Adam et al., 2007).

Anbautechnik

Zur Bestandesgründung eignen sich am besten Rhizomstücke mit mindestens drei Nodien, welche im Herbst oder Frühling, vor Austrieb der Grünen Triebe, gepflanzt werden können (Kozak, 2007). In einem Versuchsanbau wurden erfolgreich Rhizome mit 50 cm Reihenabstand und 20 cm Pflanzabstand in 15 cm tiefe gesetzt. Der Bedarf an Vermehrungsmaterial entspricht 18 Rhizome/m² und soll auf einer gut geebneten, feinkörnig gelockerten Fläche vorgenommen werden. Im zweiten Standjahr ist der Bestand in der Vegetationsperiode geschlossen und eine manuelle Unkrautbekämpfung muss teilweise durchgeführt werden. Eine umfassendere Bestandespflege kann nach dem Rückzug im Herbst und vor dem Austrieb im Frühjahr durchgeführt werden. Für ein erhöhtes Wachstum und Ertrag sind 40mm pro Woche bei der intensiven Triebentwicklung (Anfang Juni bis Ende August) empfehlenswert (Adam et al., 2007).

Ernte

Im ersten Standjahr liegt der Ertrag unter 5 dt/ha und es wird angeraten die Pflanzen im ersten Jahr nicht zu beernten, da davon ausgegangen wird, dass dadurch sich der Ertrag im Folgejahr erhöht. Im zweijährigen Bestand werden die grünen Triebe im Juni/Juli in einer Höhe von wenigen Zentimetern über der Bodenfläche abgeschnitten. Bei dieser Ernte kann mit maximal 21 dt/ha gerechnet werden. Pro Jahr kann die Kultur einmal geerntet werden (Adam et al., 2007).

Basilikum (*Ocimum basilicum*)

Klima- und Bodenansprüche

Basilikum ist eine wärmeliebende und nicht frostresistente Pflanze. Die Lufttemperatur sollte im Jahresdurchschnitt über 9 °C betragen. Während Kulturdauer sollte die Lufttemperatur möglichst nicht unter 7 °C betragen. Für ein gutes Wachstum ist eine Luftfeuchte von 40 bis 70% vorteilhaft. Der Wasserbedarf ist mittelmässig, wobei Regionen mit Niederschlägen über 600 mm vorteilhaft sind. Basilikum ist sehr windempfindlich. Da die Keimtemperatur 20 °C beträgt, wird eine Pflanzung für viele Standorte bevorzugt. Geeignete Bodenarten sind lehmiger Sand bis sandiger Lehm mit möglichst hohem Humusgehalt. Ein pH-Wert zwischen 5.8 bis 7.3 erwies sich als günstig. Basilikum verträgt keine Staunässe (Adam et al., 2007). Wird mit Vorteil in Hügel und Berzone I unter Abdeckung oder im Folientunnel kultiviert (Agridea, 2007). Auf vernässten und kalten Böden kein Basilikum stellen (Dachler & Pelzmann, 2017).

Stellung in der Fruchtfolge

Anbaupausen von 3-5 Jahren werden empfohlen. Als Vorkultur sind Hackfrüchte zu bevorzugen. Einen Anbau nach Luzerne sollte aufgrund des Luzernemosaikvirus vermieden werden. Als Nachfrucht sollte falls möglich eine Kultur ausserhalb der Lippenblütler erfolgen.

Herkünfte bzw. Sorte

Der Basilikum gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Es wird angenommen, dass etwa 150 Basilikumsorten bestehen. Welche Sorte sich eignet, hängt vom Verwendungszweck ab.

Anbautechnik

Eine Pflanzung wird für viele Standorte bevorzugt. Durch die Pflanzung sind meist zwei Schnitte pro Jahr möglich. Der Reihenabstand hängt nach dem Wuchstyp ab und liegt bei 30 bis 40 cm. Der Abstand kann je nach Wuchstyp 10 bis 20 cm betragen. Somit sind das etwa 2'200 Pflanzen/Are. Häufig werden jedoch geringere Pflanzdichten im Bereich von 1000 bis 1'600 Pflanzen pro Are empfohlen. In den Reihen ist eine Unkrautregulierung nur mit Handhacke möglich. In Abhängigkeit von Laborproben, Bodenart und Sorte werden 60-80 kg P₂O₅/ha und 100-120 kg K₂O/ha als Grunddüngung im Herbst empfohlen. 30-50 kg N/ha werden als Startdüngung vor der Bestellung ausgebracht. Eine Kopfdüngung von 30-40 kg N/ha kann nach vier Wochen erforderlich sein und einen weiter mit 10-20 kg N/ha sollte nach dem ersten Schnitt erfolgen. Im Zeitraum von Ende Juni bis Mitte August erweist sich eine Bewässerung als sinnvoll. Insbesondere in Trockenperioden ist eine Zusatzbewässerung zur Förderung des Neuaustriebes nach dem ersten Schnitt sinnvoll.

Ernte

Der günstigste Zeitpunkt der Ernte ist abhängig von der jeweiligen Sorte. Der erste Schnitt erfolgt dementsprechend 6 bis 9 Wochen nach der Pflanzung und ergibt ein Erntegut von 120-180 kg/Are Frischmasse. Ein zweiter Schnitt kann nach weiteren 7 bis 10 Wochen erfolgen und liefert 60-120 kg/Are Frischmasse (Adam et al., 2007).

Engelwurz (*Angelica archangelica*)

Klima- und Bodenansprüche

Engelwurz ist frosthart, ist aber ebenfalls in raueren Lagen kultivierbar. Sie ist feuchtigkeitsliebend und für gute Erträge sollten tiefgründige, lockere und unkrautarme Standorte vorausgesetzt werden. Aufgrund der Ernte und Reinigung, sollte Angelika auf siebfähigen Böden mit wenig Steinbesatz angebaut werden.

Stellung in der Fruchtfolge

Als Vorfrüchte eignen sich Hackfrüchte. Um Anreicherung von Krankheitserregern und Schädlingen vorzubeugen, sollte eine vier- bis fünfjährige Anbaupause von Doldenblütlern eingehalten werden.

Herkünfte bzw. Sorte

Engelwurz gehört zur Familie der Doldengewächse (Apiaceae). Bekannte Sorten sind «Sächsische», «Jizerka» und «Bukalaszi».

Anbautechnik

Die Bodenvorbereitung sollte für eine Pflanzung so gewählt werden, dass sie möglichst einen lockeren Boden mit wenig Unkrautdruck hinterlässt. Die Pflanzung erfolgt Mitte April oder Ende August in einem Reihenabstand von 50 cm, 63 cm oder 75 cm und einem Abstand in der Reihe von 25 und 30 cm (530-670 Pflanzenbüschel/Are). Für die leichtere Ernte ist die Pflanzung in Dämmen eine Option. Generell trocknen Dämme jedoch schneller aus. Nach der Pflanzung sollten die Pflanzen gut mit Wasser angegossen werden. Während der Jugendphase bis zum Bestandesschluss Ende April bis Mitte Juli muss mehrmals gejätet bzw. gehackt werden.

Die Düngung bezieht sich nach der Abfuhr durch die Pflanzen (Tabelle 14) und die Bodenuntersuchung.

Tabelle 14: Nährstoffentzüge von Angelika (Adam et al., 2007).

Nährstoffentzug	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg O	Ca O
Je 100 dt frische Wurzeln	30 kg	23 kg	65 kg	9 kg	12 kg
Je 100 dt frisches Kraut	15 kg	7 kg	72 kg	4 kg	40 kg

Bei trockenen Standorten oder Sommerbedingungen ist es von Vorteil die Kulturen zu beregnen.

Ernte

Die Ernte ist zwischen Ende September und Mitte Oktober bei trockener Witterung günstig. Der Boden sollte abgetrocknet sein, da dies die Reinigung der Wurzeln erleichtert. Die Entfernung des Krautes zu Beginn erleichtert die Ernte. Pro Are können zwischen 120 und 220 kg frische Wurzeln geerntet werden (Adam et al., 2007).

Frauenmantel (*Alchemilla xanthochloras*)

Klima- und Bodenansprüche

Der Frauenmantel bevorzugt mittelschwere Lehm Böden. Da der Frauenmantel frisches Bergklima bevorzugt und winterhart ist, sollte die Bergzone I bis IV bevorzugt werden.

Stellung in der Fruchtfolge

Als Vorkultur eignen sich Leguminosen, Hackfrüchte oder eine Kunstwiese. Möglichst unkrautfreie Parzellen sollten bevorzugt werden. Zwischen zwei Frauenmantel-Kulturen ist eine Anbaupause von 2 bis 3 Jahren einzuhalten. Die Kulturdauer beträgt 3 bis 5 Jahre. Als Folgekultur eignet sich Zitronenmelisse.

Herkunft bzw. Sorte

Alchemilla xanthochloras unterscheidet sich durch andere *Alchemilla*-Arten durch seine Regelmässigkeit, seinen starken Wuchs, seine grosse Blühwilligkeit und seine Resistenz gegen Frauenmantelmehltau.

Anbautechnik

Der Pflanzzeitpunkt ist Mitte Mai und der Pflanzabstand beträgt 70 x 30 cm (4.8 Pflanzen pro m²). Die Wurzelballen werden etwa mit einem Zentimeter Erde bedeckt und leicht angedrückt. Nach der Pflanzung ist eine Bewässerung nötig, um ein gutes Anwachsen zu gewährleisten.

Das Hacken und das Bewässern erfolgt je nach Bedarf bzw. Unkrautdruck und Trockenheit. Folgende Düngung wird für den Frauenmantel empfohlen (Tabelle 15):

Tabelle 15: Düngungsempfehlung von Agridea (2007) für den Frauenmantel.

Düngung	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Nährstoffbedarf (kg/ha)	70	40	125	15
Grunddüngung	vor der Bodenvorbereitung mit 35 t (~ 45 m ³) Mist pro ha			
Unterhaltsdüngung	<ul style="list-style-type: none"> • Ab dem 2. Jahr eine Düngergabe aufgrund der Bodenanalyse, die vor der Grunddüngung vorgenommen wird. • Prinzip: Korrigierte Norm, abzüglich der Grunddüngung 			

Ernte

Je nach Höhenlage und Exposition erfolgt die Blütezeit von Juni bis Juli. Geerntet werden Blätter und Blütenstände in Blüte (Agridea, 2007).

Gewürzfenchel (*Foeniculum vulgare* ssp. *vulgare*)

Klima- und Bodenansprüche

Beste Erträge in Gebieten mit jährlichen Niederschlägen von 450 bis 550 mm. Lange Frühsommer ohne Frühfröste sind für Ertragsbildung von Bedeutung. Ende September bis Oktober benötigt der spät reifende Fenchel eine Witterungsperiode mit hohen Temperaturen und geringen Niederschlägen. Überwinternde Bestände sind durch Kahlfröste im Winter und durch Spätfröste gefährdet.

Stellung in der Fruchtfolge

Da zu viel Stickstoff die Reife des Fenchels verzögert, sind Vorfrüchte zu wählen, welche dem Boden keine zu hohen Stickstoffversorgungsgrad hinterlassen. Flächen mit geringen Unkrautdruck sollten bevorzugt werden. Ungünstige Vorfrüchte sind Leguminosen und Doldenblütler. Als günstige Vorfrucht erwies sich Salbei. Ausgefallene Fenchelfrüchte können über Jahre eine lästige Verunkrautung geben.

Herkünfte bzw. Sorte

Der Gewürz- oder Arzneifenchel gehört zur Familie der Doldenblütler (Apiaceae). Die Sorten «Berfena», «Magnafena» und «Grossfrüchtiger». werden heute mehrheitlich angebaut. «Grossfrüchtiger» reift bei Aussaat im März erst Anfang November und ist deshalb nur als Setzling geeignet. «Berfena» und «Magnafena» ermöglichen bei Frühjahrssaat eine Ernte bereits Ende Oktober.

Anbautechnik

Für die Aussaat sollte der Boden eine feinkrümelige Struktur und eine 2 cm starke, lockere Oberschicht aufweisen. Die Keimung beginnt bei 6-8 °C, ist bei 15-16 im Optimum und beträgt 14-20 Tage. Günstigster Aussaattermin ist Mitte März bis ca. 5. April. Mindestens sollten 20 keimfähige Samen/m² ausgebracht werden. Als optimale Bestandesdichte wurde 10-12 Pflanzen/m² ermittelt. Wegen Auswinterungsschäden, Krankheiten, Schädlingen und der Zunahme ausdauernder Unkräuter wird ein einjähriger Anbau empfohlen. Unkrautbekämpfungsmassnahmen müssen weitestgehend Unkrautfreiheit im Erntehorizont gewährleisten. Der Fenchel erhält keine direkte organische Düngung. Ein optimaler Versorgungsgrad des Bodens mit P und K genügt.

Ernte

Durch die mediterranen klimatischen Bedingungen in Deutschland, schliesst das Wachstum aller Dolden bis zum Erntezeitpunkt im Herbst nicht ab. Die technische Erntereife ist gegeben, wenn die Primärdolde braun gefärbt sind und die Früchte der Sekundärdolden einen blaugrauen Belag aufweisen (Adam et al., 2007).

Goldmelisse (*Monarda didyma*)

Klima- und Bodenansprüche

Durchlässig, relativ nährstoffreich und mässig feucht sind die Bodenansprüche der Goldmelisse. Sie eignet sich für sonnige sowie auch halbschattige Lagen. Bergzone I und II wird empfohlen (Agridea, 2007). Die Pflanze bevorzugt tiefgründige Böden mit guter Humusversorgung und führt in sonnigen Lagen zu Blütenreichtum (Dachler & Pelzmann, 2017).

Stellung in der Fruchtfolge

Die Goldmelisse gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Als Vorkultur eignen sich Leguminosen, Hackfrüchte oder Kunstwiese gut. Dabei sollten unkrautfreie Parzellen bevorzugt werden. Die Kultur kann bei guter Führung 3-4 Jahre alt werden. Als Folgekultur sollte eine Pflanze einer anderen Familie ausgewählt werden. Zwischen zwei Kulturen aus der Gattung Monarda, sollte eine Anbaupause von mindestens drei Jahren eingehalten werden.

Herkünfte bzw. Sorte

Nur die Sorten mit scharlachroten Blüten («Cambridge Scarlet», «Squaw» und «Präriebrand») werden für therapeutische Zwecke verwendet.

Anbautechnik

Die Pflanzung erfolgt Ende April – Mai in Reihen von 70 x 30 cm (4.8 Pflanzen/m²) oder in 3-reihigen Beeten (7-10 Pflanzen/m²) maschinell oder von Hand. Nach der Auspflanzung ist eine Bewässerung nötig, um ein gutes Anwachsen zu sichern.

Gehackt kann mit der Fräse oder mit der Hacke. 1. Durchgang erfolgt idealerweise 5-7 Tage nach der Pflanzung. Während der Saison je nach Bedarf und Unkrautdruck. Folgende Düngung wird für die Goldmelisse empfohlen (Tabelle 16):

Tabelle 16: Düngungsempfehlung von Agridea (2007) für die Goldmelisse.

Düngung	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Nährstoffbedarf/(kg/ha)	65	30	120	15
Grunddüngung	• Vor der Bodenvorbereitung mit 40 t/ha (50 m ³) Mist pro ha			
Unterhaltsdüngung	• Nährstoffzufuhr aufgrund einer Bodenanalyse, die vor der Grunddüngung vorgenommen wird			

Ernte

Die Blütezeit dauert von Juni-September. Das Erntegut sind die Blüten und Deckblätter oder oberirdische Teile. Die Blüten werden manuell gepflückt und die oberirdischen Teile idealerweise maschinell geschnitten. Der Erste Schnitt im ersten Jahr ist im September. Im zweiten Jahr ist der Schnitt im Juni und September. Der Ertrag bei den Blüten liegen bei 5-7 kg/Are Trockensubstanz und bei den Oberirdischen Teilen rund 30-40 kg/Are Trockensubstanz (Agridea, 2007).

Kamille (*Matricaria chamomilla* / syn. *Matricaria recutita*)

Klima- und Bodenansprüche

Die Echte Kamille ist hinsichtlich des Standortes ausserordentlich tolerant und anspruchslos. Sie wächst auf leichten sowie schweren Böden unterschiedlicher Reaktionsbreite gleichermassen gut.

Stellung in der Fruchtfolge

Die Kamille gilt als selbstverträglich und gedeiht auf unkrautfreien Feldern besonders nach Hackfrüchten gut. Die mehrjährige Nutzung von Schlägen zur Kamillenproduktion hat sich bewährt. Keine N-Düngung ist nötig. Bei zu hohem Stickstoffgehalt im Boden kann die Erntequalität negativ beeinflusst werden. Kamille kann in Folgekulturen zu Verunkrautungen führen.

Herkunft bzw. Sorte

Die Echte Kamille gehört zur Familie der Korbblütler (Asteraceae). Insbesondere im deutschen Kamillenanbau werden spezielle Sorten mit einem hohen (-)α-Bisabololgehalt genutzt, welche aufgrund von Firmenbesitzen nicht weitergegeben werden.

Anbautechnik

Gegenwärtig werden drei sich ergänzende Grundvarianten angewendet: Herbstaussaat, Frühljaussaat und mehrjähriger Anbau mit Selbstaussaat. Der Boden sollte nur flach bearbeitet werden, sich vor der Aussaat gut setzen und mit einer schweren Walze verfestigt werden. Die Keimung erfolgt innerhalb von 1-2 Wochen. Im Allgemeinen werden Reihenabstände um 25 cm bevorzugt. Die Aussaatmenge beträgt 2-2.5 kg pro ha. Bei extensiver Produktionsweise ist ein mehrjähriger Anbau auf der gleichen Fläche möglich. Nach dem letzten Pflückdurchgang bleibt der Bestand noch einige Tage stehen, dann werden die Pflanzen gemulcht. Das Konkurrenzvermögen der Kamille gegen Unkräuter, die Möglichkeit des Einsatzes von Striegel und Egge zur Ausdünnung und Unkrautregulieren, machen das Verfahren Kostengünstig. Gewisse Betriebe haben diese Methode bis zu 10 Jahren auf dem gleichen Schlag vorgenommen. Der Stickstoff Nährstoffbedarf ist gering und deshalb muss bei normal versorgten Böden keine zusätzliche N-Düngung erfolgen. Für die Inhaltsstoffbildung ist eine gute Kalium-Versorgung notwendig. Das Nährstoffverhältnis zu Stickstoff und Kalium, sollte 1:2 betragen. Die Kamille hat eine langsame Jugendentwicklung, so muss zu Beginn gehackt werden, bis sie zu macht.

Ernte

Die Kamillen werden zur Zeit der vollen Blüte geerntet, d.h. wenn die meisten Blüten bereits geöffnet sind. Heute ernten vorwiegend Maschinen, jedoch gibt es weiterhin Betriebe in dem die Handerte praktiziert wird. Beim Pflücken mit den Fingern beträgt die Pflückleistung 3 bis 5 kg/h frischer Blüten. Zwei bis dreimal im Jahr kann die Kamille beerntet werden. Mit dem Kamillenkamm können etwa 100 bis 180 kg Blüten pro Tag geerntet werden. Für eine Hektar muss mit einer Pflückdauer von 25 bis 30 Tagen gerechnet werden (Adam et al., 2007). Der Ertrag hängt von der Art der Ernte ab und fällt bei Handerte höher aus, da ebenfalls mehrere Pflückdurchgänge möglich sind. Generell kann mit einem Ertrag zwischen 5 kg bis 8 kg trockenen Blütenköpfchen pro Are gerechnet werden (Agridea, 2007).

Kornblume (*Centaurea cyanus*)

Klima- und Bodenansprüche

Die Kornblume ist unempfindlich gegen Kälte und trockene Lagen werden vertragen. Die Kornblume bevorzugt kalkarme, sandige Leimböden mit mässiger Nährstoffversorgung jedoch guter Humusversorgung. Günstig sind leichtere bis mittelschwere Böden.

Stellung in der Fruchtfolge

Es gibt keine bekannten schlechten Vorfrüchte bis auf andere Korbblütler. Eine Anbaupause sollte für vier Jahre erfolgen, um eine Anreicherung von Schädlingen und Krankheitserregern zu unterbinden.

Herkünfte bzw. Sorte

«Blaue Gefüllte», «Blauer Junge» und «Florence Blue» sind klassische Sorten, welche durch mehrere Firmen vertrieben werden. Bei anderen Sorten ist auf die tiefblaue Ausfärbung der Zungenblüten zu achten.

Anbautechnik

Für eine Pflanzung sollte der Boden locker geästet werden. Für die Düngung soll die Nährstoffversorgung sich nach dem Entzug durch die Pflanzen und nach dem Ergebnis der Bodenuntersuchung richten (Tabelle 17).

Tabelle 17: Nährstoffentzüge von Fenchel (Adam et al., 2007)

Nährstoffentzug	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Je 100 dt frischen, blühenden Krautes	37 kg	10 kg	63 kg	5 kg	23 kg
Bei durchschnittlichem Ertrag von 200 dt/ha	74 kg/ha	20 kg/ha	125 kg/ha	10 kg/ha	46 kg/ha

Die Kornblume kann ein- oder überjährig angebaut werden. In Versuchen zeigte sich, dass eine Direktsaat Mitte bis Ende April mit einer Aussaatstärke von 2.5 kg/ha bewährt. Als günstiger Reihenabstand gilt 42-50 cm. Die Drillsaat erfolgt in einer Tiefe von 1 bis 2 cm.

Versuche zeigen, dass eine Pflanzung arbeitsaufwändiger und teurer ist, als eine Jungpflanzenanzucht. Gepflanzt wird von Hand oder maschinell Mitte bis Ende April oder Anfang September im Abstand von 42 x 30 cm (8'000 Pflanzentuffs pro Are). Je nach Bedarf und Unkrautdruck muss mehrmals gejätet und gehackt werden.

Ernte

Hohe Blütenerträge mit hoher Qualität konnten bis anhin nur durch Handpflücke erzielt werden. Je nach Anbauverfahren werden die Blütenkörbe im entfalteten Zustand zwei- bis dreimal pro Woche ab Mitte Juni (Pflanzung) oder ab Anfang Juli (Direktsaat) bis Anfang Oktober möglichst ohne Stängelreste geerntet. Je nach Anbaujahr kann mit 12 bis 25 Pflückdurchgängen gerechnet werden. Pro Are ergibt sich bei der Handernte ein Blütenertrag mit Kelch und Blütenboden von 70-110 kg. Der Pflückaufwand von frischen Blüten beträgt 1.5 bis 3.5 h/kg (Adam et al., 2007).

Lavendel (*Lavendula angustifolia*)

Klima- und Bodenansprüche

Der echte Lavendel kommt in Europa auf Berghängen bis auf 1700 m ü. M. vor. Der Hybridlavendel bevorzugt mittelhohe Lagen. An den Boden stellt der Lavendel keinen hohen Anspruch. Er bevorzugt kalkhaltige, durchlässige, leichte Böden, vorwiegend Lössböden oder sandige Lehm Böden. Der Lavendel kommt gut mit Trockenheit zurecht und meidet nasse Standorte. Für wirtschaftliche Erträge muss allerdings eine genügende Untergrundfeuchtigkeit vorhanden sein. Der Lavendel verträgt Winterfröste meistens gut. Bei ausserordentlich kalten und schneelosen Wintern können Auswinterungsschäden auftreten. Spätfröste stellen besonders beim empfindlichen Hybridlavendel eine Gefahr. Beide Arten benötigen genügend Licht.

Stellung in der Fruchtfolge

Lavendelplantagen bestehen unter optimalen Umständen 15 bis 20 Jahre und unter den klimatischen Verhältnissen von Deutschland 6-10 Jahre. Gute Vorfrüchte sind gedüngte Hackfrüchte oder Leguminosen.

Herkünfte bzw. Sorte

Lavendel gibt es viele Sorten. Eine schon lang genutzte Sorte mit starkem Wachstum und dunkelblauen Blüten für die Ölproduktion ist «L. x intermedia «Crosso»». Sie belegt in Frankreich etwa 70% der Produktionsfläche. Die Sorte «Abrial» wird erfolgreich in Mitteleuropa angebaut, ist ziemlich winterhart und hat einen hohen Gehalt an ätherischem Öl.

Anbautechnik

Die Vermehrung des Lavendels erfolgt vorwiegend über Stecklinge. Eine ökonomische Produktion, kann nur bei regelmässiger Düngung durchgeführt werden. Eine Startdüngung wird vor der Pflanzung empfohlen. Während der Vegetationsjahre erwiesen sich 70-90 kg Stickstoff/ha, 70-90 kg Phosphor/ha und 100-120 kg Kali/ha als Ergänzungsdünger im Herbst oder im Frühjahr als günstig. Mit zunehmendem Plantagealter sind höhere Düngungsgaben notwendig. Die Pflanzung geschieht am besten Mitte September bis Ende Oktober. Eine Pflanzung im Frühling, sollte nur notfallmässig erfolgen. In diesem Fall soll das Vermehrungsmaterial so früh wie möglich im März, ausgepflanzt und gründlich bewässert werden. Der Wurzelhals soll 4-5 cm vom Boden bedeckt sein. Der Reihenabstand beträgt beim echten Lavendel 100-150 cm, der Pflanzenabstand 50 cm. Der Hybridlavendel benötigt einen grösseren Pflanzraum, meistens 150 x 100 cm, in Heckenform 180 x 60 cm. An Berghängen sollen die Reihen mit den Höhenlinien verlaufen. Durch regelmässiges hacken, sollen die Zwischenräume durch flaches Hacken rein und luftig gehalten werden. Der Rückschnitt erfolgt in neugepflanzten Lavendelplantagen Ende Mai oder Anfang Juni auf eine Höhe von 8-10 cm, um eine kräftige Verzweigung anzuregen. Im Folgejahr wird diese Arbeit bei einer Wuchshöhe von 15-18 cm wiederholt. In den nächsten Jahren brauchen die Pflanzen keinen Erziehungschnitt mehr.

Ernte

Für die Gewinnung des ätherischen Öls erfolgt die Ernte in Vollblüte. Die optimale Schnittzeit beträgt nur 7-8 Tage. Beim Schnitt darf der verholzte Teil nicht beschädigt werden. Im Jahre der Pflanzung beträgt die Ernte ungefähr 6-7 kg/Are, im zweiten Jahr 15-20 kg/Are, im dritten Jahr 30-35 kg/Are und im vierten und weiteren Jahren 35-40 kg/Are. Je nach Kondition der Pflanze verringert sich der Ertrag ab dem siebten bis zehnten Jahr (Adam et al., 2007).

Speiklavendel (*Lavandula Latifolia*)

Richtwerte nach Lavendel (*Lavandula angustifolia*)

Mädesüss (*Filipendula ulmaria*)

Klima- und Bodenansprüche

Das Echte Mädesüss gedeiht hauptsächlich in feucht-kühlen bis gemässigten Klimazonen. Feuchte, nährstoffreiche, humose Lehmböden, anlehmgige Sande sowie Torfe sind für das Wachstum gut geeignet. Mädesüss ist ein Gleybodenzeiger. Für den Feldmässigen Anbau sind frische, feuchte und lehmige Böden auszuwählen. Die Böden sollten einen schwach sauren bis leicht alkalischen Reaktionszustand und guten Nährstoffversorgung aufweisen. Mädesüss verträgt halbschattige, sowie auch vollsonnige Lagen.

Stellung in der Fruchtfolge

Zum Feldmässigen Anbau von Mädesüss gibt es kaum Erfahrungen. Bei der Einplanung in eine Fruchtfolge ist zu beachten, dass die Pflanze als Staude mehrjährig ist und sie eine 3- bis 4-jährigen Nutzungsdauer aufweist. Über einen Vorfruchtwert liegen keine Untersuchungen vor. Es ist davon auszugehen, dass die verbliebenen Rhizome in der Folgekultur austreiben könnten.

Herkünfte bzw. Sorte

Spezielle Sorten für die medizinische Verwendung scheint es mit dem Stand 2010 nicht zu geben.

Anbautechnik

Vermehrungsmaterial von Mädesüss stammt aus Wildsammlung. Vorwiegend werden Rhizomstücke ausgepflanzt. Dafür wird im Herbst oder Frühjahr im Reihenabstand von 30 cm in den gut vorbereiteten Boden eingebracht. Für die Pflanzung sollen grössere Rhizomstücke verwendet werden.

Ernte

Für die Drogengewinnung werden die blühenden Sprosssteile und die Rhizome gewonnen. Die einmalige Ernte der Blüte kann in den Monaten Juli bis August erfolgen. Die Ernte der Wurzelstöcke erfolgt im Herbst (September/Okttober). Diese sind in einer Bodentiefe von 0 bis 25 cm konzentriert. Zu Erträgen sind keine Aussagen möglich (Adam et al., 2007).

Malve (*Malva sylvestris* ssp. *Mauritiana*)

Klima- und Bodenansprüche

Die Malve ist wärmeliebend, bevorzugt sonnige und windgeschützte Lagen, was der Blühfreudigkeit zugutekommt. Der Boden sollte eine gute Wasser- und Nährstoffversorgung haben. Der pH-Wert liegt zwischen schwach sauer und neutral. Die Pflanze ist auf Kälte unempfindlich.

Stellung in der Fruchtfolge

Dieselbe Pflanzenfamilie sollte als Vor- und Nachkultur gemieden werden. Sie wird aufgrund des Auswinterns nur einjährig angebaut.

Herkünfte bzw. Sorte

Die Malve gehört zu der Familie der Malvengewächse (Malvaceae). Im kommerziellen Anbau ist nur die Unterart *mauritiana* bekannt.

Anbautechnik

Als Bodenvorbereitung dient ein feinkrümeliger Boden. Die Blaue Malve kann Ende März bis Mitte April ausgesät werden. Der Reihenabstand beträgt ungefähr 60-80 cm und es wird eine Saatgutmenge von 3-4 kg/ha benötigt. Die Saattiefe beträgt 1-2 cm. Eine Pflanzung wird ab Anfang April im Freiland auf Pflanzweiten von 60 x 40 cm angepflanzt.

Nach einer Saat in Reihen soll der Bestand auf 30-40 cm Pflanzabstand verdünnt werden, idealerweise sobald das Entwicklungsstadium 7-8 Blätter aufweist. Die Nährstoffversorgung erfolgt vor dem Anbau und berücksichtigt den Entzug durch die Pflanzen und die Bodenuntersuchung bzw. den Nährstoffplan. Die Malve ist Nährstoffbedürftig und besonders anspruchsvoll für Kalium. Folgende Düngung wird für die Goldmelisse empfohlen (Tabelle 18):

Tabelle 18: Nährstoffentzug der blauen Malve (Adam et al., 2007).

Nährstoffentzug	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Je 100 dt frischen, blühenden Krautes	35 kg	16 kg	69 kg	7 kg	41 kg
Bei durchschnittlichem Ertrag von 500 dt/ha	175 kg/ha	80 kg/ha	345 kg/ha	35 kg/ha	205 kg/ha

Ernte

Hohe Blütenerträge sind nur durch Handpflücke möglich. Die Ernte beginnt meistens in der zweiten Hälfte des Junis und kann ab dann etwa alle 2-3 Tage vorzugsweise am späten Vormittag erfolgen. Die Blüten können meistens bis Ende Oktober geerntet werden. Der Blütenertrag beläuft sich auf etwa 15-20 kg/Are. Für 1 kg getrocknete Blüten mit Kelch, werden etwa 10-12 Arbeitskraftstunden benötigt (Adam et al., 2007).

Melisse (*Melissa officinalis*)

Klima- und Bodenansprüche

Die Melisse ist wärmeliebend, relativ trockenstressresistent und die für sie optimalen Wachstumsbedingungen liegen bei 20-30 °C. Beim Anbau von Melisse kann es zu starker Auswinterung kommen. Der Boden sollte sandige und lehmige Bestandteile und einen pH-Wert von 5 bis 7 aufweisen. Aufgrund der hohen Nährstoffansprüche sollten sich schnell wärmende humose Böden, die nicht zu Staunässe neigen, ausgewählt werden.

Stellung in der Fruchtfolge

Die Melisse gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Sie wird in der Regel zwei- bis dreijährig kultiviert. Unkräuter sollten in der Vorkultur wirksam bekämpft werden. Eine vier- bis fünfjährige Anbaupause von Lippenblütler sollte eingehalten werden.

Herkünfte bzw. Sorte

Die Melisse wird schon seit längerer Zeit züchterisch bearbeitet. Der Vorteil der Sorte «Quendlinburger Niederliegende» ist die geringe Frostempfindlichkeit, kann jedoch erst im zweiten Anbaujahr geerntet werden. «Erfurter Aufrechte» kann bereits im ersten Anbaujahr geerntet werden, ist jedoch frostempfindlicher.

Anbautechnik

Die Bodenvorbereitung sollte für eine Pflanzung so gewählt werden, dass sie möglichst einen lockeren Boden mit wenig Unkrautdruck hinterlässt. Auf organische Dünger in der Vorkultur reagiert die Melisse positiv. Als Orientierung der Nährstoffentzüge dient folgende Tabelle 19.

Tabelle 19: Nährstoffentzüge von Melisse in kg (Adam et al., 2007).

Nährstoffentzug	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Je 100 dt frischen, blühenden Krautes	49 kg	14 kg	76 kg	9 kg	19 kg
Bei durchschnittlichem Ertrag von 300 dt/ha	146 kg/ha	41 kg/ha	228 kg/ha	27 kg/ha	58 kg/ha

Die Pflanzung erfolgt von Ende April bis Ende August in einem Reihenabstand von 42 cm, 50 cm oder 62 cm und in der Reihe zwischen 25 und 40 cm. Nach dem Pflanzen sollte gut gewässert werden. Während der Jugendphase bis zum Bestandesabschluss, muss mehrmals gejätet werden. Unmittelbar nach dem Schnitt ist bei Trockenheit ein bewässern nötig, um den Neuaustrieb zu fördern.

Ernte

Für die Destillation des ätherischen Öls aus frischen Pflanzen wird eine Ernte noch vor Knospenansatz, spätestens bei 40 cm Pflanzhöhe, vorgenommen. Die Ernte soll zirka 10 cm über dem Boden erfolgen. Die Erträge des frischen Krautes liegen im ersten Jahr zwischen 160-350 kg/Are und in den Folgejahren 180-450 kg/Are. Der erste Schnitt im Pflanzjahr erfolgt je nach Pflanzzeit Mitte Juli bis Ende August und im September (2. Schnitt). Im zweiten Standjahr Ende Mai/Anfang Juni, Mitte Juli und Ende August, wobei maximal vier Schnitte möglich sind (Adam et al., 2007).

Minze, Pfefferminze (*Mentha x piperita*)

Klima- und Bodenansprüche

Die Pfefferminze hat eine grosse Streubreite bezüglich den Klimaansprüchen, wobei ihr feuchtkühle wie auch wärmere Gebiete mittlerer Feuchtigkeit zusagen. Sie ist gegen Frost unempfindlich und mit Frostschäden ist nur in extrem kalten Wintern zu rechnen. Standorte mit 700-800 mm Niederschlag eignen sich sehr gut. Höhenlagen sind für den Anbau nicht geeignet. Für den Anbau eignen sich alle mittleren Böden. Optimal ist eine neutrale Bodenreaktion.

Stellung in der Fruchtfolge

Die Pfefferminze gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Es sollten fünfjährige Anbaupausen von der gleichen Familie eingehalten werden. Als günstige Vorfrucht erwies sich Baldrian. Die Minze kann dreijährig angebaut werden.

Herkünfte bzw. Sorte

Die wirtschaftlich bedeutendsten Sorten werden in Abhängigkeit zur Blattfarbe in die zwei Gruppen aufgeteilt. Der Dunkelgrüne Mitcham-Typ und der Hellgrüne Typ «Pfälzer Minze». In diesen Gruppen gibt es eine Vielzahl von Sorten. «Multi-mentha» hat ein tieferes Wurzelsystem und kann den Bodenwasservorrat besser ausschöpfen.

Anbautechnik

Das Anlegen von Pfefferminzfeldern aus Stolonen erfolgt im Oktober/November (März/April) und das Anlegen mit beblätterten Jungpflanzen im April bis August. Die Bodenbearbeitung sollte so gewählt werden, dass diese eine gute Bodenstruktur mit ungestörter Wasserführung hinterlässt. Die Pflanztiefe für die Stolonen beträgt 10 cm und der Reihenabstand 60-75 cm. Die Stolonenmenge beträgt ungefähr 1000 Stück pro Are. Die Stolonen werden als zusammenhängendes Band in die Pflanzfurche gelegt. Während der Jugendphase bis zum Bestandesabschluss, muss mehrmals gejätet werden. Pfefferminz hat einen hohen Humusbedarf. Die Düngung richtet sich nach den Nährstoffentzügen und Bodenanalysen (Tabelle 20):

Tabelle 20: Nährstoffentzüge der Pfefferminze in kg (Adam et al., 2007).

Frisches Kraut (dt)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
100	42 kg	11 kg	55 kg	8 kg
400	186 kg	44 kg	220 kg	32 kg

Aufgrund der flachen Wurzeln ist an trockeneren Standorten eine gute Bewässerung wichtig.

Ernte

Der optimale Erntezeitpunkt liegt kurz vor bis zum Beginn der Blüte. Im ersten Jahr liegen die Schnitzeitpunkte ungefähr im Juli und im September. Im zweiten Standjahr Ende Juni und Ende August bis September. Der Gehalt an ätherischem Öl erreicht zu Blühbeginn den Höhepunkt und nimmt bei späteren Erntezeitpunkten ab. Die Erträge der frischen Krautdroge als Summe zweier Schnitte pro Jahr belaufen sich auf 140-400 kg/Are (Adam et al., 2007).

Muskateller Salbei (*Salvia sclarea*)

Klima- und Bodenansprüche

Der Muskateller Salbei mag trockene Böden und sonnige Standorte („Staudengärtnerei Gaissmayer“, 2020).

Stellung in der Fruchtfolge

Der Muskateller Salbei gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Die Anbaupausen von den Lippenblütlern sollten beachtet werden.

Herkünfte bzw. Sorte

Die Sorte «Arterner» ist eine ertragreiche Auslese mit hellvioletten z.T. weißen Blüten und ist mehrjährig nutzbar.

Anbautechnik

Die Kultur wird zur Aussaat empfohlen. Das Tausendkorngewicht beträgt 4,0 g. Die Saat erfolgt im April mit einem Reihenabstand von 50 cm (6 Pflanzen/m²) was 6-10 kg/ha Saatgut entspricht.

Ernte

Die Ernte erfolgt im Juli während der Blüte („Pharmasaat“, 2020). Nach Heeger (1956) können bis zu 80 kg frische Blüten in einem Schnitt pro Jahr geerntet werden.

Oregano (*Origanum vulgare*)

Klima- und Bodenansprüche

Sonnige und warme Standorte sind für den Oregano eine Voraussetzung und begünstigt die Aromabildung. Oregano wächst auf allen trockenen, durchlässigen, nährstoffreichen Böden mit einem pH-Wert möglichst über 6. Böden mit organischer Substanz, schneller Aufwärmung und nicht zu Staunässe neigen, sind vorzuziehen. Vor der Anlage sollte die Fläche ausreichend (3-4 dt/Are) mit Stallmist versorgt werden.

Stellung in der Fruchtfolge

Oregano gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Eine vierjährige Anbaupause innerhalb der Lippenblütler sollte beachtet werden. Es empfiehlt sich Oregano nach organisch gedüngten Feldfrüchten zu kultivieren.

Herkünfte bzw. Sorte

Die fünf Subspezies *vulgare*, *gracile*, *virens*, *hirtum* und *viride* sind für den Anbau verbreitet. In Europa findet meistens ssp. *vulgare* Verwendung. Es sind zahlreiche Sorten zu den Subspezies auf dem Markt.

Anbautechnik

Die Bodenvorbereitung sollte für eine Pflanzung so gewählt werden, dass sie möglichst einen lockeren Boden mit wenig Unkrautdruck hinterlässt. Pflanztermin ist Ende April/Anfang Mai. Die Pflanzen sollten bereits abgehärtet und eine Höhe von 10-12 cm erreicht haben. Als Reihenabstand eignen sich 50 cm und in der Reihe 20-30 cm (500-600 Pflanzen/Are). Eine regelmässige Lockerung und Belüftung des Bodens werden empfohlen. Oregano hat mässige Nährstoffansprüche. Auf normal versorgten Böden liegt der Bedarf bei 100 kg N/ha, 60 kg P₂O₅/ha und 100 kg K₂O/ha.

Ernte

Im Feldmässigen Anbau ist im ersten Jahr nur ein Schnitt möglich. Ab dem zweiten Jahr sind zwei Schnitte möglich, in guten sogar 3 Schnitte (Juni, August, September). Beim Ernten im Herbst können durch den Schnitt jedoch Auswinterungsschäden auftreten. Geerntet wird mit tiefschneidendem Mähbalken, welcher jedoch nicht unter 10 cm über dem Boden schneidet. Die Erträge sind etwa zwischen 30 dt/ha im ersten Jahr und 150 dt/ha ab dem zweiten Jahr (Adam et al., 2007).

Ringelblume (*Calendula officinalis*)

Klima- und Bodenansprüche

Die Ringelblume ist als eher anspruchslose Pflanze bekannt. Sie gedeiht gut auf gedüngten Lehmböden. Für den Anbau sollte ein eher lockerer, früherwärmender Boden ausgewählt werden. Aufgrund von Mehлтаubefall, sollte die Kultur nicht auf zu feuchten, tiefliegenden Böden angebaut werden.

Stellung in der Fruchtfolge

Die Ringelblume gehört zur Familie der Korbblütler (Asteraceae). Sie stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Eine Anbaupause von 4-5 Jahren ist empfehlenswert.

Herkünfte bzw. Sorte

Es gibt zahlreiche Sorten. Die Sorte «Rinathei» wurde für die arzneiliche Verwendung gezüchtet.

Anbautechnik

Die Ringelblumen werden im März bis Juli im Reihenabstand von 30 bis 45 cm etwa 2 cm tief gedrillt. Die Saatgutmenge beträgt 12 bis 15 kg/ha. 8 bis 10°C ist die Optimale Keimtemperatur. Die Ringelblume sollte nicht mit Kompost oder zu viel Stickstoff gedüngt werden, da dies die Anzahl Blüten negativ beeinflusst. Eine Grunddüngung sollte etwa aus 40-60 kg N/ha, 60-80 kg P₂O₅/ha und 80-100 kg K₂O/ha bereits im Herbst erfolgen. Im biologischen Landbau wird zur Stickstoffversorgung eine Mistgabe von 150-200 dt/ha im Herbst empfohlen.

Ernte

Wenn die Blüten laufend beerntet werden, erfolgt dies 40 bis 50 Tage nach der Aussaat (bei später Saat bis zu den Herbstfrösten). Die Ernteleistung beträgt etwa 12-20 kg frischer Blütenköpfchen/h. Die Ernte der frischen Blütenköpfchen beträgt 60-100 kg/Are. Getrocknet ergibt dies eine Ernte von etwa 18 bis 25 kg Blütenköpfchen (Adam et al., 2007).

Rosenmelisse (*Monarda x fistulosa* 'Tetraploid')

Klima- und Bodenansprüche

Standortansprüche sind gut drainierte, ausreichend nährstoffreiche und genügend feuchte Böden. Der Standort kann sonnig oder halbschattig sein. Berzone I bis II werden empfohlen.

Stellung in der Fruchtfolge

Als Vorkultur eignen sich Leguminosen, Hackfrüchte oder Kunstwiese gut. Dabei sollten unkrautfreie Parzellen bevorzugt werden. Als Folgekultur sollte eine Pflanze einer anderen Familie ausgewählt werden.

Herkünfte bzw. Sorte

Die Wilde Bergamotte gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Als Sorte wird «Menthaefolia» gehandelt.

Anbautechnik

Die Pflanzung erfolgt Ende Mai in 30 x 70 cm (4.7 Pflanzen/m²) Abständen. Nach der Pflanzung ist für das gute Anwachsen eine Bewässerung nötig. In folgender Tabelle 21 ist die Düngungsempfehlung dargestellt.

Tabelle 21: Düngungsempfehlung von Agridea (2007) für die Rosenmelisse.

Düngung	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Nährstoffbedarf (kg/ha)	65	30	120	15
Grunddüngung	vor der Bodenvorbereitung mit 40 t (50 m ³) Mistkompost pro ha			
Unterhaltsdüngung	Düngergabe aufgrund einer Bodenanalyse, die vor der Grunddüngung vorgenommen wurde.			

Der erste Hack-Durchgang empfiehlt sich 5 bis 7 Tage nach dem Setzen. Während der Saison erfolgt das Hacken je nach Bedarf und unkrautdruck. Eine Bewässerung könnte je nach dem einmal pro Woche 15 bis 20 mm sinnvoll sein.

Ernte

Die Ernte der blühenden Pflanzen erfolgt in der Blütezeit von Juni bis September. Als Erntetechnik eignet sich ein Kräutervollernter, Heckenschere oder Sichel für kleine Parzellen.

Im ersten Jahr erfolgt ein Schnitt mit etwa 20 kg/Are Trockengut. In den Folgejahren kann jeweils im Juni und September geerntet werden mit einem Ertrag von total 40 kg/Are Trockengut (Agridea, 2007).

Rosmarin (*Rosmarinus officinalis*)

Klima- und Bodenansprüche

Die trockenheitstolerante Pflanze wächst vorwiegend auf steinig bis sandigen, kalkhaltigen Böden. Schwere Böden sind zu meiden, denn vor allem nach sehr feuchten Wintern stehen die Überlebenschancen des Rosmarins schlecht. Hauptproblem für den Rosmarinanbau in unserer Region ist die fehlende Frosthärte. Bei Temperaturen unter -5 bis -10°C nehmen vor allem ältere Pflanzen oder ältere Pflanzenzweige Schaden. Versuche zeigten vor allem Anfälligkeit gegenüber Wechselfrösten in der Phase des Wiederaustriebes (März/April). Der pH-Wert des Bodens liegt bei etwa 6.8 im Optimum.

Stellung in der Fruchtfolge

Rosmarin gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Eine vierjährige Anbaupause innerhalb der Lippenblütler sollte beachtet werden. Als Vorfrucht eignen sich Erbsen oder Kartoffeln gut.

Herkunft bzw. Sorte

Je nach Anbauland, gibt es verschiedene Sorten von Rosmarin. Die Sorte «Arp» stammt aus Texas und hat eine hohe Frosttoleranz (-12°C). Das Triebwachstum ist der Gartensaison angepasst, so könnte die Sorte besser mit Früh- oder Spätfrost umgehen. Die Sorte «Hill Hardy» ähnelt der Sorte «Arp», hat jedoch dunklere Blätter und ist dichtlaubiger. Sie ist winterhart bis -22°C.

Anbautechnik

Die Besatzstärke wird mit 4 bis 6 Pflanzen/m² angegeben und es sollte vorzugsweise im Frühjahr gepflanzt werden. Folgende Düngerempfehlung werden empfohlen: 20-30 kg N/ha, 20-25 kg P₂O₅/ha und 80 kg K₂O/ha. Wegen der langsamen Entwicklung der Kultur ist Rosmarin vor allem im Jugendstadium empfindlich gegenüber Verunkrautung. Ein Schnitt zur Pflanzenerziehung ist nicht notwendig.

Ernte

Rosmarin kann ab dem ersten Standjahr einmal im Jahr geerntet werden. Allgemein erfolgt der Schnitt meistens im Juli bis Mitte August. Ein morphologisches gutes Erntezeitfenster ist während der Blüte oder direkt nach der Blüte. Es empfiehlt sich einen Viertel bis zu einem Drittel der Sprosse zu ernten (Adam et al., 2007). Der Ertrag von Rosmarin liegt in Anbauländern im zweiten Standjahr bei 40 bis 50 kg getrocknete Ganzpflanzenmasse/Are. 200 kg der blühenden Zweige ergeben etwa 1kg ätherisches Öl (Adam et al., 2007).

Salbei (Salvia officinalis)

Klima- und Bodenansprüche

Der Salbei besitzt trotz der mediterranen Heimat eine grosse ökologische Anpassungsfähigkeit. Salbei gedeiht in Höhenlagen bis 900 m an Südhängen. Der Salbei verträgt Fröste und seine Frosttoleranz wird daher als mittel bis gut eingestuft, wobei starke Spätfroste jedoch zu Auswinterungen führen können. Der Salbei stellt geringe Ansprüche an den Boden. Kalkhaltige, sandige Lehmböden und lehmige Sandböden werden bevorzugt und sollten allgemein humos, und wasserhaltend sein, jedoch nicht staunass oder zu schwer. Der Salbei mag einen mittleren Versorgungszustand des Bodens mit Phosphor, Kalium und Magnesium. Auf halbschattigen Standorten werden höhere Ätherischesöl-Gehalte erreicht als in vollsonnigen Lagen. Für den Anbau sind warme, windgeschützte Lagen vorzuziehen.

Stellung in der Fruchtfolge

Der echte Salbei gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Der Salbei gilt als Selbstverträglich wobei beachtet werden sollte, dass es zu einem vermehrten Auftreten spezieller Schädlinge und Krankheitserreger kommen kann. Günstige Vorfrüchte sind gut gedüngte Hackfrüchte oder Leguminosen. Für den Anbau sind warme, windgeschützte Lagen vorzuziehen. Der Salbei kann bis zu 4 Jahre lang mit einem guten Ertrag kultiviert werden.

Herkünfte bzw. Sorte

Vom Salbei existieren mehrere Arten. Aus Südeuropa sind die Sorten «De Resnaresti» und «Dessislava» bekannt. Sie haben Gehalte von 1.7 bis 2.1 % ätherisches Öl. Das gleiche gilt auch für die Sorte «Freitaler Herkunft». Als sehr wüchsig wird die Schweizer Sorte «Regula» eingestuft, welche einen Ätherischenölgehalt von 2,0% erzielt.

Anbautechnik

Bei der Pflanzung haben sich Pflanzenverbände von 40 cm x 30 cm oder 50 cm x 40cm bewährt. Dies führt zu 800-1000 Pflanzen/Are. Bis zum Bestandesschluss muss teilweise mit Handhacken noch gehackt werden. Der Echte Salbei hat einen mittleren bis hohen Nährstoffbedarf. Zur Ausbildung von hohen Blatterträgen sollte vor allem Stickstoff und Kalium höher gedüngt werden. In folgender Tabelle 22 ist die Düngungsempfehlung dargestellt.

Tabelle 22: Mittlerer Nährstoffentzug des Salbei bei unterschiedlichem Ertragsniveau (Adam et al., 2007).

Standjahr	Ertrag Kraut- droge dt/ha	Entzug kg/ha				
		N	P	K	Mg	Ca
1. (1 Schnitt)	20	46	5	52	8	28
2. + 3. (2 Schnitte)	50-70	116-162	11-15	130-181	21-29	71-99

Bei starker Trockenheit kann eine zusätzliche Bewässerung sinnvoll sein.

Ernte

Das Kraut wird bei einer Schnitthöhe von 10-15 cm über dem Erdboden geerntet. Im ersten Anbaujahr erfolgt nur ein Schnitt spätestens Ende August. Die Pflanze sollte nicht zu spät im Herbst geschnitten werden. Da zur Mittagszeit der ätherische Öl Gehalt am höchsten ist, wird zu diesem Zeitpunkt an vollsonnigen Tagen geerntet. Die Ernte der Triebspitzen beginnt Mitte Juli. Im ersten Standjahr sind Erträge des frischen Krautes von 130-230 kg/Are möglich und in den Folgejahren liegt der durchschnittliche Ertrag von total zwei Schnitten bei 330 bis 370 kg/Are (Adam et al., 2007).

Die Erträge des trockenen Salbeis liegen im ersten Jahr bei 15-30 kg/Are mit einem Schnitt und in den folgenden Jahren bei zwei Schnitten (Juni und August) 15-50 kg/Are (Agridea, 2007).

Schafgarbe (*Achillea millefolium*)

Klima- und Bodenansprüche

Die Schafgarbe bevorzugt einen nährstoffreichen und nicht zu trockenen, mild-humosen, lehmigen Boden. Der pH-Wert eignet sich in einem Bereich von schwach-sauer bis schwach-alkalisch. Ansonsten stellt die Kultur geringe Ansprüche an Klima und Standort.

Stellung in der Fruchtfolge

Die Schafgarbe gehört zur Familie der Korbblütler (Asteraceae). Sie wird vorzugsweise nach einer Hackfrucht angebaut. Die Kulturdauer beträgt 2-3 Jahre.

Herkünfte bzw. Sorte

Es gibt eine Vielzahl an verschiedenen Sorten, welche beispielsweise nach den Bedürfnissen der Verarbeitung (ätherisches Öl-Gehalt, Proazulen) ausgewählt werden könne.

Anbautechnik

Die Pflanzung erfolgt Ende April bis Mitte Mai in Standweiten von 30 x 30 bis 40 x 40 cm. Die Bestandesdichte sollte zwischen 650 und 1000 Pflanzen/Are liegen. Eine mehrmalige Unkrauthacke ist bis zum Reihenschluss notwendig. Vor der Pflanzung kann eine organische Düngung erfolgen wie gut verrotteter Stallmist oder Kompost und gut in den Boden eingearbeitet werden. Es empfiehlt sich eine jährliche Grunddüngung in Höhe von 2x 40 kg N/ha, 50 kg P₂O₅/ha und 100 kg K₂O/ha.

Ernte

Da der ätherische Öl-Gehalt zu Beginn der Vollblüte am höchsten ist, sollte dann geerntet werden. Im ersten Jahr kann 50 kg/Are (1.Schnitt), im Folgejahr 400 kg/Are (2 Schnitte) geerntet werden (Adam et al., 2007).

Thymian (*Thymus vulgaris*)

Klima- und Bodenansprüche

Allgemein gilt Thymian als anspruchslos an seinen Standort. Die Pflanze ist trockenresistent wächst gut auf lehmig-sandigen und kalkhaltigen Böden mit genügend organischer Substanz, aber auch tonreiche Böden solange diese nicht zu feucht sind. Gegen Staunässe ist die Pflanze empfindlich und bei feuchten schweren Standorten wächst sie weniger gut.

Stellung in der Fruchtfolge

Thymian gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Eine vierjährige Anbaupause innerhalb der Lippenblütler sollte beachtet werden. Der Thymian kann 4-6 Jahre genutzt werden. Die Vorfrucht sollte einen gutstrukturierten Boden hinterlassen. Thymian steht günstig nach Leguminosen und organisch gedüngten Hackfrüchten.

Herkünfte bzw. Sorte

In Europa werden ausschliesslich Sorten verwendet, die man der Gruppensorte «Deutscher Winterthymian» zuordnen kann. Die Sorte «Varico 2», eine Hybridsorte aus der Schweiz, hat einen hohen Blatt- und Ätherischesölertrag.

Anbautechnik

Die Jungpflanzen werden bei einer Wuchshöhe von 5-7 cm ab Ende Mai ins Freiland gepflanzt. Pro Are sind etwa 800 Pflanzentuffs nötig. Die Reihenentfernung empfiehlt sich von 25 bis 30 cm und in der Reihe mit Pflanzabständen von 15 bis 20 cm. Nach dem Pflanzen sollten die Pflanzen angegossen werden. Aufgrund der Mehrjährigkeit sollte eine Stallmistgabe bereits zur Vorkultur ausgebracht werden. Bestände können teilweise bei guter Kulturführung 10 Jahre beerntet werden. Der Nährstoffbedarf von Thymian ist vergleichsweise gering. Als Orientierungswerte gelten 60 bis 80 kg N/ha, 30 bis 50 kg P₂O₅/ha und 100 bis 130 kg K₂O/ha. Ab dem zweiten Jahr sollte die Düngung im April oder spätestens nach dem ersten Schnitt im Juni erfolgen.

Ernte

Der Erntezeitpunkt hängt vom Verwendungszweck ab. Für Lebensmittel wird Thymiankraut ohne Blüten verlangt und für die Herstellung von ätherischen Ölen eignet sich die Kultur in Vollblüte zu ernten. Der erste Schnitt im ersten Jahr erfolgt im August/Anfang September. Ab dem zweiten Jahr sind zwei Schnitte möglich (Mai/Juni und Anfang September). Als Stoppel sollten rund 10 cm am Feld bleiben. Um Auswinterungsschäden zu verhindern, sollte ein Herbstschnitt nicht zu spät erfolgen. Die Ernte soll an warmen und sonnigen Tagen durchgeführt werden. Der Frischwarenertrag liegt im ersten Jahr zwischen 100-150 kg/Are und im zweiten Jahr bei 180 bis 370 kg/Are (Adam et al., 2007).

Verveine (*Aloysia citrodora*)

Klima- und Bodenansprüche

Die Pflanze erträgt Frost schlecht und verlangt daher einen Winterschutz (Folie, Tunnel). Der Boden sollte gut drainiert sein, neutral bis eher kalkhaltig, an einer windgeschützten Lage und möglichst unkrautfrei sein. Bei Winterschutzmassnahmen ist die Kultur bis Bergzone III möglich.

Stellung in der Fruchtfolge

Die Pflanze kann mit Winterschutz 4 bis 6 Jahre alt werden, je nach Verunkrautung und Gesundheitszustand der Parzelle. Als Vorkultur eignen sich Leguminosen, Hackfrüchte oder Kunstwiese. Eine Anbaupause von mindestens fünf Jahre sollte eingehalten werden. Als Folgekultur eignen sich andere Heil- und Gewürzpflanzen aus einer anderen Familie. Hackfrüchte oder Kunstwiese ist beispielsweise eine günstige Folgekultur.

Herkünfte bzw. Sorte

Das Wohlriechende Eisenkraut gehört zu den Eisenkrautgewächsen (Verbenaceae). Es wird auch unter dem Artnamen *Lippia citrodora* gehandelt. Eine in der Schweiz erhältliche Sorte ist der Klon ACW.

Anbautechnik

Der Pflanzzeitpunkt ist im Mai und erfolgt in einem Pflanzabstand von 70 x 40 cm (3.6 Pflanzen pro m²); 50 x 40 cm (5 Pflanzen pro m²) unter Plastiktunnel und als Jahreskulturen 70 x 30 cm (4.8 Pflanzen pro m²). Nach der Pflanzung sollten die Pflanzen gut angegossen werden. In folgender Tabelle 23 ist die Düngungsempfehlung dargestellt.

Tabelle 23: Düngungsempfehlung von Agridea (2007) für Verveine.

Düngung	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Nährstoffbedarf (kg/ha)	90	40	120	15
Grunddüngung	vor der Bodenvorbereitung mit 60 t (~75 m ³) Mist pro ha			
Unterhaltsdüngung	<ul style="list-style-type: none">• Ab dem 2. Jahr aufgrund einer Bodenanalyse, die vor der Grunddüngung vorgenommen wird.• Prinzip: Korrigierte Norm abzüglich Grunddüngung.			

Für die Kulturpflege erfolgt der erste Hackdurchgang 5 bis 7 Tage nach der Pflanzung. Während der Saison je nach Bedarf und Unkrautdruck. Um die Kultur vor Kälte zu schützen, wird ein Schnitt 20 cm über Boden mit anschliessendem anhäufeln zu Beginn des Winters empfohlen und vor Vegetationsbeginn wieder abzuhebeln. Die Bewässerung folgt je nach Bedarf, einmal pro Woche etwa 15 bis 20mm.

Ernte

Die Ernte erfolgt vor der Blüte je nach Höhenlage und Exposition im Juni bis September. Die Pflanzen werden auf einer Schnitthöhe von 20 bis 30 cm ab Boden geerntet. Ein erster Schnitt kann im Juli erfolgen und der zweite im August/September. Der Ertrag der getrockneten Blätter liegt bei 30-40 kg pro Are (Agridea, 2007).

Ysop (*Hyssopus officinalis* var. *Decumbens*)

Klima- und Bodenansprüche

Trockenes Klima und sonnige Südlagen begünstigen zusammen mit kalkhaltigen, durchlässigen, nährstoffreichen, humosen, flachen Böden mit guter Wasserführung das Pflanzenwachstum von Ysop. Böden mit Grundwasserbeeinflussung sollten vermieden werden, ansonsten wächst Ysop auf allen Böden.

Stellung in der Fruchtfolge

Ysop gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Eine vierjährige Anbaupause innerhalb der Lippenblütler sollte beachtet werden. Böden die einen lockeren und unkrautfreien Boden hinterlassen sind ideal. Ysop wird etwa 3-4 Jahre kultiviert.

Herkünfte bzw. Sorte

In der Schweiz existiert die Sorte «Perlay», welche sich durch einen mittel bis hohen ätherischem Öl-Gehalt auszeichnet.

Anbautechnik

Pflanzbeete könne beispielsweise mit der Kreiselegge 10-15 cm Tief bearbeitet werden. Als Pflanzabstände eignen sich 50-60 x 15-20 cm, was 600 bis 800 Pflanzen/Are entspricht. Im Frühjahr werden die Bestände ab dem zweiten Kulturjahr auf 10-15 cm Höhe gemulcht. Der Ysop verträgt eine Verunkrautung schlecht und Pflegemassnahmen wie hacken sind wichtig. 2 bis 2.5 dt Stallmist/Are Düngungsgabe zur Vorkultur hat sich bewährt. Eine organische Düngung mit Hornmehl eignet sich gut zum Wachstumsrhythmus von Ysop. Als Richtwerte werden 40 bis 60 kg N/ha, 30 bis 50 kg P₂O₅/ha und 80 bis 100 kg K₂O/ha düngergaben empfohlen.

Ernte

Blüht 50% des Ysops, wird geerntet. Im ersten Jahr ist eine Ernte im August möglich. In den Folgejahren sind 2 Ernten (Schnitt Ende Juni und Anfang August), in gewissen Jahren auch 3 Ernten (Schnitt im September), möglich. Je nach Kulturjahr wird 5-10 cm über dem Boden geschnitten und die Frischmasse Erträge belaufen sich auf 100 bis 120 kg/Are (Adam et al., 2007).

Anhang 3: Protokoll der Spatendiagnose

Parzelle: Neumatt Garten, Probe 1 von 2

Datum: 20.10.2020

Bewuchs: Mähwiese.

SD-Nr: 1

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.6	Gut durchwurzelt	Keine Verdichtung, verschiedene Bodentiere (Ameisen, Würmer), gute Krümelstruktur, wenig grössere Fragmente
Unterkrume (15 bis 30 cm)	3.6	Mässig durchwurzelt jedoch bis 30cm	Farbe wird ab etwa 18 cm hellbrauner, Grösse der Aggregate nimmt gegen unten zu
Total Durchschnitt	4.1		

Foto:



Parzelle: Neumatt Garten, Probe 2 von 2 Datum: 20.10.2020 Bewuchs: Mähwiese
SD-Nr: 2

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.3	Gut durchwurzelt	Keine Verdichtung, einige Regenwürmer, Mischgefüge aus eher kl. Aggregaten wie Krümel und kl. Polyedern. wenig grössere Fragmente
Unterkrume (15 bis 30 cm)	3.3	Wenig durchwurzelt ab 26 cm praktische keine Wurzeln	hellere Bodenfarbe nimmt gegen unten zu, um Mischgefüge aufzuteilen relativ mehr Druck nötig
Total Durchschnitt	3.8		

Foto:



Parzelle: Neumatt 2, Probe 1 von 2 Datum: 20.10.2020 Bewuchs: Mähwiese SD-Nr: 3

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.6	Gut durchwurzelt	Keine Verdichtung, gute Krümelstruktur mit kleinen Polyedern, wenig grössere Fragmente
Unterkrume (15 bis 30 cm)	3.7	Mittelmässig gut durchwurzelt	Helle des Bodenbrauns und Grösse der Aggregate nimmt gegen unten zu, einige Regenwürmer
Total Durchschnitt	4.15		

Foto:



Parzelle: Neumatt 2, Probe 2 von 2

Datum: 20.10.2020

Bewuchs: Mähwiese

SD-Nr: 4

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.4	Gut durchwurzelt	Keine Verdichtung, erste 10 cm gute Krümelstruktur mit kleinen Polyedern, wenig grössere Fragmente ab 10 cm mehrere
Unterkrumen (15 bis 30 cm)	3.0	Mässig durchwurzelt ab 26 cm kaum-keine Wurzeln	Ab 25 cm hellere Bodenfarbe und kaum mehr in einzelne Aggregate zuzuordnen, grössere Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche, erst bei starkem Druck Zerfall
Total Durchschnitt	3.7		

Foto:



Parzelle: Marchmatt, Probe 1 von 2

Datum: 20.10.2020

Bewuchs: Mähwiese

SD-Nr: 5

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.1	Gut durchwurzelt	Hellbraunere Bodenfarbe als andere Parzellen, einige Regenwürmer, gut-mittelmässiges Mischgefüge aus
Unterkrumen (15 bis 30 cm)	3.5	mässig durchwurzelt bis 30 cm	Keine hellere Bodenfarbe im Vergleich zur Oberkrume, grössere Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche, welche erst bei starkem Druck zerfallen nehmen gegen unten zu
Total Durchschnitt	3.8		

Foto:



Parzelle: Marchmatt, Probe 2 von 2

Datum: 20.10.2020

Bewuchs: Mähwiese

SD-Nr: 6

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	3.7	Gut durchwurzelt	Hellbraunere Bodenfarbe als andere Parzellen, viele kl. Polyeder, teilweise Krümel und grössere Fragmente
Unterkrumen (15 bis 30 cm)	2.8	Mässig durchwurzelt bis 30 cm	Keine hellere Bodenfarbe im Vergleich zur Oberkrume, grössere Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche zerfallen erst bei starkem Druck, dichtes und kompaktes Gefüge nimmt gegen unten stark zu
Total Durchschnitt	3.25		

Foto:



Parzelle: Am Bach, Probe 1 von 4 Datum: 20.10.2020 Bewuchs: Mähwiese SD-Nr: 7 Info: 20m entfernt vom Bach vorne

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	3.6	Gut durchwurzelt	Boden im Vergleich zu anderen Parzellen viel feuchter, Mischgefüge zerfällt erst nach mittlerem Druck in Krümel, Subpolyedern, kl. Polyedern und mittelgrossen Fragmenten.
Unterkrume (15 bis 30 cm)	2.9	Mässig durchwurzelt, ab 25cm wenig durchwurzelt	Boden im Vergleich zu anderen Parzellen viel feuchter, grössere Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche, welche erst bei etwas stärkerem Druck zerfallen
Total Durchschnitt	3.25		

Foto:



Parzelle: Am Bach, Probe 2 von 4 Datum: 20.10.2020 Bewuchs: Mähwiese SD-Nr: 8 Info: 7 m entfernt vom Bach vorne

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4	gut	Boden im Vergleich zu anderen Parzellen viel feuchter, gutes Mischgefüge
Unterkrume (15 bis 30 cm)	2.9	Wenig bis kaum durchwurzelt	Boden im Vergleich zu anderen Parzellen viel feuchter, grössere Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche welche erst bei starkem Druck zerfallen, gegen unten plattiger mit glatter Oberfläche
Total Durchschnitt	3.45		

Foto:



Parzelle: Am Bach, Probe 3 von 4 Datum: 20.10.2020 Bewuchs: Mähwiese. SD-Nr: 9 Info: 20m entfernt vom Bach hinten

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.2	Gut durchwurzelt	Boden im Vergleich zu anderen Parzellen viel feuchter

Unterkume (15 bis 30 cm)	3.2	Wenig durchwurzelt bis 30cm	Boden im Vergleich zu anderen Parzellen viel feuchter, kleine und grössere Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche
Total Durchschnitt	3.7		

Foto:



Parzelle: Am Bach, Probe 4 von 4 Datum: 20.10.2020 SD-Nr: 10 Bewuchs: Mähwiese Info: 7 m entfernt vom Bach hinten

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.3	stark durchwurzelt	Boden im Vergleich zu anderen Parzellen viel feuchter, sehr gute Krümelstruktur bis 10cm,
Unterkume (15 bis 30 cm)	3.5	gut durchwurzelt bis 30 cm	Boden im Vergleich zu anderen Parzellen viel feuchter, Bodenfarbe wird ab 20cm heller. Wenig kompaktes, plattiges Gefüge
Total Durchschnitt	3.9		

Foto:



Parzelle: Wil Probe 1 von 2 Datum: 20.10.2020 Bewuchs: Mähwiese SD-Nr: 11

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.8	Stark durchwurzelt	Allgemein eher sehr dunkler Boden mit hohem Anteil an Krümeln. Boden ist locker.
Unterkume (15 bis 30 cm)	4.6	Bis 30 cm gut durchwurzelt	Bis in Unterboden kommen viele kleine Aggregate wie Krümel vor. Sehr lockerer Unterboden.
Total Durchschnitt	4.65		

Foto:



Parzelle: Wil, Probe 2 von 2

Datum: 20.10.2020

Bewuchs: Mähwiese

SD-Nr: 12

	Bonitur Punkte	Wurzeln	Sonstiges (Farbe, Verdichtung, Bodentiere, organische Reste usw.)
Oberkrume (bis 15 cm)	4.5	Gut durchwurzelt	Allgemein eher dunkler Boden. Relativ lockerer Oberboden mit kleinen Aggregaten wie Krümel.
Unterkrume (15 bis 30 cm)	4.3	Bis 30cm wenig durchwurzelt	Ab 25cm hellere Bodenfarbe. Unterboden zerfällt erst nach mittlerem Druck in Krümel, Subpolyeder, kl. Polyeder und mittelgrossen Fragmenten.
Total Durchschnitt	4.4		

Foto:



Anhang 4: Merkmalsteilung der Bodenaggregate nach Beste (2013)

Bezeichnung	Durchmesser	Oberfläche	Form	Entstehung
Krümel	Einige Millimeter	Rauhe Oberfläche	Rundlich	Überwiegen biologisch Aufbauefüge
Polyeder	Einige Millimeter	Glatte Oberfläche	Kantig	Quellung/Schrumpfung, mechanische Bearbeitung
Fragmente	Oberbegriff für Aggregate im Zentimeter- und Dezimeterbereich			
Bröckel	Zentimeter – nicht über 5	Rauh, abgerundete Kanten Bruchflächen rauh	Rundlich	Aufbauefüge
Klumpen	Grosse Fragmente (Dezimeter)	Rauh oder glatt	Eher kantig, sehr kompakt	Quellung/Schrumpfung, mechanische Bearbeitung

Anhang 5: Gefügeböden für tonige Böden nach Beste (2013)

Horizont	Erscheinungsbild	Gefügebenote
Oberkrume 0-15 cm	Mischgefüge aus überwiegend Krümeln mit org. Material kleinen Subpolyedern und wenigen kleinen Polyedern, locker, wenig grössere Fragmente	5
	- Übergangsbereich -	4
	Mischgefüge aus (oder nach leichtem Druck Zerfall in) Krümeln, Subpolyedern, kl. Polyedern und mittelgrossen (3-4 cm) Fragmenten.	3
	- Übergangsbereich -	2
	Scharfkantige Fragmente/Klumpen mit glatter Oberfläche oder unegliedertes Gefüge, dicht und kompakt, wenig kleine Subpolyeder und Polyeder. Trocken: sehr hart, feucht: schmierig	1
Unterkrume 15-30 cm	Mischgefüge aus (oder nach leichtem Druck Zerfall in) Krümeln, Subpolyedern, kl. Polyedern und mittelgrossen (3-4 cm) Fragmenten	5
	- Übergangsbereich -	4
	Grössere Fragmente/Klumpen (> 4 cm) mit glatter Oberfläche oder unegliedertes Gefüge, wenig kleine Subpolyeder und Polyeder. Trocken: sehr hart, feucht: schmierig	3
	- Übergangsbereich -	2
	Scharfkantige Fragmente/Klumpen (> 4 cm), evtl. plattig, mit glatter Oberfläche oder unegliedertes Gefüge, dicht und kompakt, wenig kl. Subpolyeder und Polyeder. Trocken: sehr hart, feucht: schmierig	1

Einordnung der Gefügebenoten

< 3	= Bodenfunktion gestört, Handlungsbedarf
≥ 3 < 4	= kein akuter Handlungsbedarf, befriedigend
≥ 4	= Bodenfunktion gesichert, gut

Anhang 6: Edelman-Bohrung

Edelman-Bohrung						
Parzelle: beim Bach		Probeentnahme: 25.10.20				
Tiefe in cm	1.1 (Parzelle vorne)	1.2 (Parzelle vorne)	1.3 (Parzelle vorne)	1.4 (Parzelle vorne)	1.5 (Parzelle vorne)	
0	O	O	O	O	O	
5	O	O	O	O	O	
10	O	O	O	O	O	
15	O	O	O	O	O	
20	O	O	O	O	O	
25	P	P	O	O	O	
30	P*	P	P	P	P	
35	P*	P	P	P	P	
40	/*	P	P	P	P	
45	/	P	P	P	P	
50	W	P*	P	P	P	
55	W	P*	P	P	P	
60	W	P*	P	P	P	
65	W	S	P	P	P	
70	W		P	P	P	
75	W		P	P	P	
80	W		P	P	P	
O=Oberboden, keine visuelle Vernässung erkennbar			P = Plattiger dichter Boden (schmieriger Ton)		* = Rostflecken	
/= Nasser Boden, hellbraun mit Grautönen			W = Wasser		S= Steine oder anderes Hinderniss	
					// = grauer Boden	
x.1= 4 meter vom Bach		x.2= 8 Meter vom Bach	x.3 = 12 Meter vom Bach	x.4 = 16 Meter vom Bach	x.4 = 20 Meter vom Bach	
x = 1, 2, 3 (vorne, mitte, hinten)						
Tiefe in cm	2.1 (Parzelle mitte)	2.2 (Parzelle mitte)	2.3 (Parzelle mitte)	2.4 (Parzelle mitte)	2.5 (Parzelle mitte)	
0	O	O	O	O	O	
5	O	O	O	O	O	
10	O	O	O	O	O	
15	O	O	O	O	O	
20	O	O	O	O	O	
25	P	P	O	O	O	
30	P	P	P	P	P	
35	P	P	P	P	P	
40	P*	P	P	P	P	
45	P*	P	P	P	P	
50	/	P	P	P	P	
55	/	P*	P	P	P	
60	/	P*	P	P	P	
65	/	/	P	P	P	
70	S	/	P	P	S	
75		/	P	P		
80		/	P	P		
O=Oberboden, keine visuelle Vernässung erkennbar			P = Plattiger dichter Boden (schmieriger Ton)		* = Rostflecken	
/= Nasser Boden, hellbraun mit Grautönen			W = Wasser		S= Steine oder anderes Hinderniss	
					// = grauer Boden	
x.1= 4 meter vom Bach		x.2= 8 Meter vom Bach	x.3 = 12 Meter vom Bach			
x = 1, 2, 3 (vorne, mitte, hinten)						
Tiefe in cm	3.1 (Parzelle hinten)	3.2 (Parzelle hinten)	3.3 (Parzelle hinten)	3.4 (Parzelle hinten)	3.5 (Parzelle hinten)	3.6 (Parzelle hinten)
0	O	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O	O
10	O	O	O	O	O	O
15	O	O	O	O	O	O
20	O	O	O	O	O	O
25	P	P	O	O	O	O
30	P	P	P	P	P	P
35	P*	P	P	P	P	P
40	P/*	P	P	P	P	P
45	/*	P	P	P	P	P
50	/	P*	P	P	P	P
55	/	P*	P	P	P	P
60	/	P*	P	P	P	P
65	/	P*	P	P	P	P
70	W	/	P	P	P	P
75	W	/	P	P	P	P
80	W	/	P	P	P	P
O=Oberboden, keine visuelle Vernässung erkennbar			P = Plattiger dichter Boden (schmieriger Ton)		* = Rostflecken	
/= Nasser Boden, hellbraun mit Grautönen			W = Wasser		S= Steine oder anderes Hinderniss	
					// = grauer Boden	
x.1= 4 meter vom Bach		x.2= 8 Meter vom Bach	x.3 = 12 Meter vom Bach	x.4 = 16 Meter vom Bach	x.4 = 20 Meter vom Bach	
x = 1, 2, 3 (vorne, mitte, hinten)						

Anhang 7: Standortbestimmung der Zeigerwerte mittels Ampelsystem

Art und Standort	Klimaindikatoren						Bodenindikatoren												Bemerkung/Ergänzungen/Konsequenzen aus Fachliteratur	1-3 Priorität Anbau- empfehlung
	T		K		L		F		W		R		N		H		D			
	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist		
Ackerschachtelhalm (<i>Equisetum arvense</i>)	x		3 (v)		3 (v)		4 (v)		3		3 (v)		3 (v)		3 (v)	II	1 (v)		T : Kein Zeigerwert vorhanden, jedoch ist der Ackerschachtelhalm sehr	
Neumatt Garten	siehe	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5	1,2	3	1	2,4	3,4	2,4	3	3	1,3	1	1,3	anpassungsfähig und auf der gesamten nördlichen Halbkugel	
Neumatt 2	Bemer-	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5	1,2	3	1	2,4	3,4	2,4	3	3	1,3	1	1,3	verbreitet bis in Berggebiete.	
Marchmatt	kung	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5	1,2	3	1	2,4	3,4	2,4	2,3	3	1,3	1	1,3		
Am Bach		3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5	2,3	3	2	2,4	3,4	2,4	3	3	1,3	1	1,3	Extrem Lehmige Böden eignen sich weniger gut.	2
Am Bach (Feuchtgebiet)		3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5	3,5-4,5	3	3	2,4	3,4	2,4	3	3	1,3	1	1,3		1
Wtl		3	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5	2,3	3	1	2,4	3,4	2,4	4	3	1,3	1	3-5		
Basilikum (<i>Ocimum basilicum</i>)		5 (v)		1 (v)		4 (v)		3,5 (v)		1		3 (v)		3 (v)		3 (v)	I	3 (v)	Klima: wird mit Vorteil im Hügel- und Berggebiet unter Abdeckung	2
Neumatt Garten		4,5	3,5	1,2	1,3	3,5	4,5	2,5-4,5 1-2	1	1	3	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3	/Folientunnel kultiviert.	2
Neumatt 2		4,5	3,5	1,2	1,3	3,5	4,5	2,5-4,5 1-2	1	1	3	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3		2
Marchmatt		4,5	3,5	1,2	1,3	3,5	4,5	2,5-4,5 1-2	1	1	3	3,4	2,4	2,3	3	1,3	3	1,3	Geeignete Bodenarten sind lehmiger Sand bis sandiger Lehm.	3
Am Bach		4,5	3,5	1,2	1,3	3,5	4,5	2,5-4,5 2,3	1	2	3	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3		1
Am Bach (Feuchtgebiet)		4,5	3,5	1,2	1,3	3,5	4,5	2,5-4,5 3,5-4,5	1	3	3	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3	Auf vernässte und kalte Böden kein Basilikum stellen.	1
Wtl		4,5	3	1,2	1,3	3,5	4,5	2,5-4,5 2,3	1	1	3	3,4	2,4	4	3	1,3	3	3,5		
Engelwurz (<i>Angelica archangelica</i>)		2,5 (v)				3 (v)		4,5 (v)		2		3 (v)	4 (v)		3 (v)	I	1 (v)		Engelwurz ist ebenfalls in raueren Lagen kultivierbar.	
Neumatt Garten		1,5-3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5-5 1,2	2	1	2,4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3	Die Pflanze ist feuchtigkeitsliebend.	
Neumatt 2		1,5-3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5-5 1,2	2	1	2,4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Marchmatt		1,5-3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5-5 1,2	2	1	2,4	3,4	3,5	2,3	3	1,3	1	1,3		
Am Bach		1,5-3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5-5 2,3	2	2	2,4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Am Bach (Feuchtgebiet)		1,5-3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5-5 3,5-4,5	2	3	2,4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Wtl		1,5-3,5	3	2,4	1,3	2,4	4,5	3,5-5 2,3	2	1	2,4	3,4	3,5	4	3	1,3	1	3-5		
Frauenmantel Gelbgrüner (<i>Alchemilla xanthochloras</i>)		3 (v)		2 (v)		3 (v)		3,5 (v)		2		3 (v)	4 (v)		3 (v)	II	1 (v)		Da der Frauenmantel frisches Bergklima bevorzugt und winterhart ist,	
Neumatt Garten		2,5	3,5	1,3	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 1-2	2	1	3	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3	sollte die Bergzone I bis IV bevorzugt werden.	
Neumatt 2		2,5	3,5	1,3	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 1-2	2	1	3	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Marchmatt		2,5	3,5	1,3	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 1-2	2	1	3	3,4	3,5	2,3	3	1,3	1	1,3		
Am Bach		2,5	3,5	1,3	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 2,3	2	2	3	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Am Bach (Feuchtgebiet)		2,5	3,5	1,3	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 3,5-4,5	2	3	3	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Wtl		2,5	3	1,3	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 2,3	2	1	3	3,4	3,5	4	3	1,3	1	3-5		
Gewürfenchel (<i>Foeniculum vulgare</i> ssp. Vulgare)		5 (v)		3 (v)		4 (v)		2,5 (v)		1		4 (v)	3 (v)		3 (v)	I	3 (v)		Überwinterte Bestände durch Kahlfröste/Spätfröste gefährdet.	
Neumatt Garten		4,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 1,2	1	1	4	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3		
Neumatt 2		4,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 1,2	1	1	4	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3		
Marchmatt		4,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 1,2	1	1	4	3,4	2,4	2,3	3	1,3	3	1,3		
Am Bach		4,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 2,3	1	2	4	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3		
Am Bach (Feuchtgebiet)		4,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 3,5-4,5	1	3	4	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3		
Wtl		4,5	3	2,4	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 2,3	1	1	4	3,4	2,4	4	3	1,3	3	3,5		
Kamille (<i>Matricaria chamomilla</i>)		4 (v)		3 (v)		4 (v)		3 (v)		2		4 (v)	4 (v)		3 (v)	I	1 (v)		Die Kamille ist hinsichtlich des Standortes ausserordentlich tolerant	2
Neumatt Garten		3,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	2,4 1,2	2	1	4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3	und anspruchslos.	2
Neumatt 2		3,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	2,4 1,2	2	1	4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Marchmatt		3,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	2,4 1,2	2	1	4	3,4	3,5	2,3	3	1,3	1	1,3	Sie wächst auf leichten sowie schweren Böden unterschiedlicher	2
Am Bach		3,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	2,4 2,3	2	2	4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3	Reaktionsbreite gleichermassen gut.	1
Am Bach (Feuchtgebiet)		3,5	3,5	2,4	1,3	3,5	4,5	2,4 3,5-4,5	2	3	4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Wtl		3,5	3	2,4	1,3	3,5	4,5	2,4 2,3	2	1	4	3,4	3,5	4	3	1,3	1	3-5		
Kornblume (<i>Centaurea cyanus</i>)		4 (v)	I	4 (v)		4 (v)		2,5 (v)		3		3 (v)	3 (v)		3 (v)	I	3 (v)		Günstig sind leichtere bis mittelschwere Böden.	
Neumatt Garten		3,5	3,5	3,5	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 1,2	3	1	2,4	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3	Sandige Lehm Böden mit mässiger Nährstoffversorgung,	
Neumatt 2		3,5	3,5	3,5	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 1,2	3	1	2,4	3,4	2,4	2,3	3	1,3	3	1,3	jedoch guter Humusversorgung werden bevorzugt.	
Marchmatt		3,5	3,5	3,5	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 1,2	3	1	2,4	3,4	2,4	2,3	3	1,3	3	1,3		
Am Bach		3,5	3,5	3,5	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 2,3	3	2	2,4	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3		
Am Bach (Feuchtgebiet)		3,5	3,5	3,5	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 3,5-4,5	3	3	2,4	3,4	2,4	3	3	1,3	3	1,3	Günstig sind leichtere bis mittelschwere Böden.	1
Wtl		3,5	3	3,5	1,3	3,5	4,5	1,5-3,5 2,3	3	1	2,4	3,4	2,4	4	3	1,3	3	3,5		
Lavendel (<i>Lavandula angustifolia</i>)		4 (v)	II	4 (v)		3 (v)		1,5 (v)		1		3 (v)	2 (v)		3 (v)	I	3 (v)		Der Lavendel kommt gut mit Trockenheit zurecht und meidet	1
Neumatt Garten		3,5	3,5	3,5	1,3	2,4	4,5	1,2,5 1,2	1	1	3	3,4	1,3	3	3	1,3	3	1,3	nasse Standorte.	1
Neumatt 2		3,5	3,5	3,5	1,3	2,4	4,5	1,2,5 1,2	1	1	3	3,4	1,3	3	3	1,3	3	1,3	Er verträgt Winterfröste meistens gut.	1
Marchmatt		3,5	3,5	3,5	1,3	2,4	4,5	1,2,5 1,2	1	1	3	3,4	1,3	2,3	3	1,3	3	1,3		
Am Bach		3,5	3,5	3,5	1,3	2,4	4,5	1,2,5 2,3	1	2	3	3,4	1,3	3	3	1,3	3	1,3		
Am Bach (Feuchtgebiet)		3,5	3,5	3,5	1,3	2,4	4,5	1,2,5 3,5-4,5	1	3	3	3,4	1,3	3	3	1,3	3	1,3		
Wtl		3,5	3	3,5	1,3	2,4	4,5	1,2,5 2,3	1	1	3	3,4	1,3	3	3	1,3	3	3,5		
Minze, Pfefferminze (<i>Mentha x piperita</i>)		4 (v)	I	3 (v)		3 (v)		3,5 (v)		2		4 (v)	4 (v)		3 (v)	I	1 (v)		Vorzugsweise feuchtkühle bis wärmere Gebiete mittlerer Feuchtigkeit.	
Neumatt Garten		3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 1-2	2	1	4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3	Sie ist gegen Frost unempfindlich und mit Frostschäden ist nur	
Neumatt 2		3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 1-2	2	1	4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3	in extrem kalten Wintern zu rechnen.	
Marchmatt		3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 1-2	2	1	4	3,4	3,5	2,3	3	1,3	1	1,3	Für den Anbau eignen sich alle mittleren Böden.	
Am Bach		3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 2,3	2	2	4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Am Bach (Feuchtgebiet)		3,5	3,5	2,4	1,3	2,4	4,5	2,5-4,5 3,5-4,5	2	3	4	3,4	3,5	3	3	1,3	1	1,3		
Wtl		3,5	3																	

Anhang 8: Ergebnisse der Laboranalyse von Laborins (2020)

Betrieb	Gabriel Refo, Neumatt 187, 4418 Reigoldswil		Probennummer	301102
Parzelle	Neumatt 1370		Auftragsnummer	52400
Kulturguppe	Gemüsebau 10		Auftragsdatum	20.10.2020
Fläche in a			Berichtsdatum	30.10.2020
öLN mit Düngeberatung				
Bodenkenngrössen	Methode	Dimension	Resultat	Interpretation
pH-Wert	pH-H2O	pH	6.9	neutral
Kalkvorprobe	FP		+/-	Erhaltungskalkung
CaCO3	nicht analysiert			
Humus	FP geschätzt	%	2 bis 5	schwach humos
Ton	FP geschätzt	%	30 bis 40	toniger Lehm
Schluff	FP geschätzt	%	<50	
E	angereichert			
D	Vorrat			
C	genügend = D ü n g u n g s n o r m			
B	mässig			
A	arm			
Parameter				
Methode (Reserven)	AAE10-P	AAE10-K	AAE10-Mg	AAE10-Ca
Dimension	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Messwert	18.6	129.3	140.7	6891
				H205-Salz mg KCl/100g
Methode (sofort verfügbar)	H2010-P	H2010-K	H2010-Mg	H2010-Ca
Dimension	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Messwert	2.3	6.8	6.6	79
Korrekturfaktor Boden	1.20	1.00	1.20	
Korrekturfaktoren: Seite 2 und Seite "Bericht Bodenproben Zusammenfassung" beachten.				
Beurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens AAE10-Methode (Reserven) "unabhängig von der Kultur"				
pH, Ca	pH-Wert und Ca-Gehalt normal. Regelmässige Anwendung von Kalkdüngern zur Erhaltungskalkung empfohlen.			
P, Mg	Mässige Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse leicht erhöhen. Genügende Reserven. Düngungsnorm für optimale Versorgung der Kulturen ausreichend.			
K				
Beurteilung der gegenseitigen Beeinflussung der Hauptnährstoffe "Antagonismus"				
optimal	Reserven von P, K, Mg und Ca mittel - normal. Negative Beeinflussung unwahrscheinlich.			
Beurteilung Verhältnis AAE10-Methode (Reserve) und H2010-Methode (sofort verfügbare) Nährstoffe				
P	Reserven gering, Verfügbarkeit gering. Düngungsnorm erhöhen, ev. auf zwei Gaben aufteilen.			
K	Reserven normal, Verfügbarkeit gering. Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.			
Mg	Reserven gering, Verfügbarkeit gering. Düngungsnorm erhöhen, ev. auf zwei Gaben aufteilen.			
Kulturspezifische Empfehlung Kräuter, Gewürze, klein				
pH-Wert	Standortbedingungen stark abhängig von der Pflanzenart			
N	grosse Stickstoffgaben unbedingt aufteilen(max.60kgN/ha pro Gabe)			
P	kann über 3 bis 4 Jahre in einer einzigen Gabe zugeführt werden.			
K	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr			
Mg	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr			
S	Schwefelentzug beachten			

Parzelle	Marchmatt 1016	Probennummer	301104	
Kulturgruppe	Gemüsebau	Auftragsnummer	52400	
Fläche in a	10	Auftragsdatum	20.10.2020	
öLN mit Düngeberatung		Berichtsdatum	30.10.2020	
Bodenkenngrößen	Methode	Dimension	Resultat	Interpretation
pH-Wert	pH-H2O	pH	6.6	schwach sauer
Kalkvorprobe	FP		-	Erhaltungskalkung
CaCO3	nicht analysiert			
Humus	FP geschätzt	%	2 bis 5	schwach humos
Ton	FP geschätzt	%	30 bis 40	toniger Lehm
Schluff	FP geschätzt	%	<50	
E	angereichert			
D	Vorrat			
C	genügend = D ü n g u n g s n o r m			
B	mässig			
A	arm			
Parameter	Methode (Reserven)	Dimension	Messwert	
	AAE10-P	mg/kg	11.1	
	AAE10-K	mg/kg	137.3	
	AAE10-Mg	mg/kg	221.5	
	AAE10-Ca	mg/kg	5573	
	H205-Salz	mg KCl/100g		
	H2010-P	mg/kg	2.9	
	H2010-K	mg/kg	8.9	
	H2010-Mg	mg/kg	8.6	
	H2010-Ca	mg/kg	76	
Korrekturfaktor Boden	1.40	1.00	1.00	
Korrekturfaktoren: Seite 2 und Seite "Bericht Bodenproben Zusammenfassung" beachten.				
Beurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens AAE10-Methode (Reserven) "unabhängig von der Kultur"				
pH, Ca	pH-Wert trotz normalem Ca-Gehalt tief. Erhaltungskalkung / regelmässige Anwendung von Kalkdüngern empfohlen.			
P	Mässige Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse leicht erhöhen.			
K, Mg	Genügende Reserven. Düngungsnorm für optimale Versorgung der Kulturen ausreichend.			
Beurteilung der gegenseitigen Beeinflussung der Hauptnährstoffe "Antagonismus"				
optimal	Reserven von P, K, Mg und Ca mittel - normal. Negative Beeinflussung unwahrscheinlich.			
Beurteilung Verhältnis AAE10-Methode (Reserve) und H2010-Methode (sofort verfügbare) Nährstoffe				
P	Reserven gering, Verfügbarkeit gering. Düngungsnorm erhöhen, ev. auf zwei Gaben aufteilen.			
K	Reserven normal, Verfügbarkeit gering. Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.			
Mg	Reserven normal, Verfügbarkeit gering. Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.			
Kulturspezifische Empfehlung Kräuter, Gewürze, klein				
pH-Wert	Standortbedingungen stark abhängig von der Pflanzenart			
N	grosse Stickstoffgaben unbedingt aufteilen(max.60kgN/ha pro Gabe)			
P	kann über 3 bis 4 Jahre in einer einzigen Gabe zugeführt werden.			
K	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr			
Mg	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr			
S	Schwefelentzug beachten			

Parzelle	Neumatt 2 994	Probenummer	301103	
Kulturgruppe	Gemüsebau	Auftragsnummer	52400	
Fläche in a	10	Auftragsdatum	20.10.2020	
öLN mit Düngeberatung		Berichtsdatum	30.10.2020	
Bodenkenngrößen	Methode	Dimension	Resultat	Interpretation
pH-Wert	pH-H2O	pH	7.5	schwach alkalisch keine Kalkung
Kalkvorprobe	FP		+	
CaCO3	nicht analysiert			schwach humos toniger Lehm
Humus	FP geschätzt	%	2 bis 5	
Ton	FP geschätzt	%	30 bis 40	
Schluff	FP geschätzt	%	<50	
E	angereichert			
D	Vorrat			
C	genügend = D ü n g u n g s n o r m			
B	mässig			
A	arm			
Parameter				
Methode (Reserven)	AAE10-P	mg/kg	17.4	
Dimension	AAE10-K	mg/kg	256.2	
Messwert	AAE10-Mg	mg/kg	299.4	
	AAE10-Ca	mg/kg	18870	
	Salz	H205-Salz	mg KCl/100g	
Methode (sofort verfügbar)	H2010-P	mg/kg	2.1	
Dimension	H2010-K	mg/kg	19.7	
Messwert	H2010-Mg	mg/kg	10.3	
	H2010-Ca	mg/kg	185	
Korrekturfaktor Boden	1.20	0.60	0.80	
Korrekturfaktoren: Seite 2 und Seite "Bericht Bodenproben Zusammenfassung" beachten.				
Beurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens AAE10-Methode (Reserven) "unabhängig von der Kultur"				
pH, Ca	pH-Wert hoch, Ca-Gehalt normal. Keine Kalkdüngung notwendig.			
P	Mässige Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse leicht erhöhen.			
K, Mg	Erhöhte Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse leicht reduzieren.			
Beurteilung der gegenseitigen Beeinflussung der Hauptnährstoffe "Antagonismus"				
K hoch	Verschlechtert Verfügbarkeit von Mg, Ca, und Mn.			
Mg hoch	Verschlechtert Verfügbarkeit von K, Ca und Mn.			
Beurteilung Verhältnis AAE10-Methode (Reserve) und H2010-Methode (sofort verfügbare) Nährstoffe				
P	Reserven gering, Verfügbarkeit gering. Düngungsnorm erhöhen, ev. auf zwei Gaben aufteilen.			
K	Reserven hoch, Verfügbarkeit normal. Düngungsnorm reduzieren.			
Mg	Reserven hoch, Verfügbarkeit gering. Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.			
Kulturspezifische Empfehlung Kräuter, Gewürze, klein				
pH-Wert	Standortbedingungen stark abhängig von der Pflanzenart			
N	grosse Stickstoffgaben unbedingt aufteilen(max.60kgN/ha pro Gabe)			
P	kann über 3 bis 4 Jahre in einer einzigen Gabe zugeführt werden.			
K	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr			
Mg	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr			
S	Schwefelentzug beachten			

Parzelle	Schattenmatte 956	Probenummer	301105	
Kulturgruppe	Gemüsebau	Auftragsnummer	52400	
Fläche in a	27	Auftragsdatum	20.10.2020	
öLN mit Düngeberatung		Berichtsdatum	30.10.2020	
Bodenkenngrößen	Methode	Dimension	Resultat	Interpretation
pH-Wert	pH-H2O	pH	7.2	neutral Erhaltungskalkung
Kalkvorprobe	FP		+/-	
CaCO3	nicht analysiert			schwach humos toniger Lehm
Humus	FP geschätzt	%	2 bis 5	
Ton	FP geschätzt	%	30 bis 40	
Schluff	FP geschätzt	%	<50	
E	angereichert			
D	Vorrat			
C	genügend = D ü n g u n g s n o r m			
B	mässig			
A	arm			
Parameter				
Methode (Reserven)	AAE10-P	mg/kg	21.5	
Dimension	AAE10-K	mg/kg	203.9	
Messwert	AAE10-Mg	mg/kg	1189.0	
	AAE10-Ca	mg/kg	6860	
	Salz	H205-Salz	mg KCl/100g	
Methode (sofort verfügbar)	H2010-P	mg/kg	2.5	
Dimension	H2010-K	mg/kg	11.4	
Messwert	H2010-Mg	mg/kg	32.6	
	H2010-Ca	mg/kg	18	
Korrekturfaktor Boden	1.20	0.80	0.00	
Korrekturfaktoren: Seite 2 und Seite "Bericht Bodenproben Zusammenfassung" beachten.				
Beurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens AAE10-Methode (Reserven) "unabhängig von der Kultur"				
pH, Ca	pH-Wert und Ca-Gehalt normal. Regelmässige Anwendung von Kalkdüngern zur Erhaltungskalkung empfohlen.			
P	Mässige Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse leicht erhöhen.			
K	Erhöhte Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse leicht reduzieren.			
Mg	Sehr hohe Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse deutlich reduzieren.			
Beurteilung der gegenseitigen Beeinflussung der Hauptnährstoffe "Antagonismus"				
K hoch	Verschlechtert Verfügbarkeit von Mg, Ca, und Mn.			
Mg hoch	Verschlechtert Verfügbarkeit von K, Ca und Mn.			
Beurteilung Verhältnis AAE10-Methode (Reserve) und H2010-Methode (sofort verfügbare) Nährstoffe				
P	Reserven gering, Verfügbarkeit gering. Düngungsnorm erhöhen, ev. auf zwei Gaben aufteilen.			
K	Reserven hoch, Verfügbarkeit gering. Bodenaktivität fördern, leicht lösliche Dünger vor Kultur.			
Mg	Reserven hoch, Verfügbarkeit gering. Düngungsnorm reduzieren.			
Kulturspezifische Empfehlung Kräuter, Gewürze, klein				
pH-Wert	Standortbedingungen stark abhängig von der Pflanzenart			
N	grosse Stickstoffgaben unbedingt aufteilen(max.60kgN/ha pro Gabe)			
P	kann über 3 bis 4 Jahre in einer einzigen Gabe zugeführt werden.			
K	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr			
Mg	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr			
S	Schwefelentzug beachten			

Betrieb	Gabriel Reto, Neumatt 187, 4418 Reigoldswil		
Parzelle	Will 666	Probennummer	301106
Kulturguppe	Gemüsebau	Auftragsnummer	52400
Fläche in a	7	Auftragsdatum	20.10.2020
öLN mit Düngeberatung		Berichtsdatum	30.10.2020

Bodenkenngrößen	Methode	Dimension	Resultat	Interpretation
pH-Wert	pH-H2O	pH	7.5	schwach alkalisch
Kalkvorprobe	FP		+	keine Kalkung
CaCO3	nicht analysiert			
Humus	FP geschätzt	%	2 bis 5	schwach humos
Ton	FP geschätzt	%	30 bis 40	toniger Lehm
Schluff	FP geschätzt	%	<50	

E	angereichert					
D	Vorrat					
C	genügend					
B	mässig					
A	arm					
Parameter	P	K	Mg	Ca	Salz	Humus
Methode (Reserven)	AAE10-P	AAE10-K	AAE10-Mg	AAE10-Ca	H2O5-Salz	geschätzt
Dimension	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg KCl/100g	
Messwert	93.5	207.1	1641.0	11120		
Methode (sofort verfügbar)	H2O10-P	H2O10-K	H2O10-Mg	H2O10-Ca		
Dimension	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg		
Messwert	6.3	19.8	37.7	159		

Korrekturfaktor Boden	0.40	0.80	0.00			
-----------------------	------	------	------	--	--	--

Korrekturfaktoren: Seite 2 und Seite "Bericht Bodenproben Zusammenfassung" beachten.

Beurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens AAE10-Methode (Reserven) "unabhängig von der Kultur"

pH, Ca	pH-Wert hoch, Ca-Gehalt normal. Keine Kalkdüngung notwendig.
P, K	Erhöhte Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse leicht reduzieren.
Mg	Sehr hohe Reserven. Düngungsnorm bis zur nächsten Analyse deutlich reduzieren.

Beurteilung der gegenseitigen Beeinflussung der Hauptnährstoffe "Antagonismus"

P hoch	Hohe P-Reserven verschlechtern Verfügbarkeit von Mn.
K hoch	Verschlechtert Verfügbarkeit von Mg, Ca, und Mn.
Mg hoch	Verschlechtert Verfügbarkeit von K, Ca und Mn.

Beurteilung Verhältnis AAE10-Methode (Reserve) und H2O10-Methode (sofort verfügbare) Nährstoffe

P	Reserven hoch, Verfügbarkeit gut. Düngungsnorm reduzieren.
K	Reserven hoch, Verfügbarkeit normal. Düngungsnorm reduzieren.
Mg	Reserven hoch, Verfügbarkeit gut. Düngungsnorm reduzieren.

Kulturspezifische Empfehlung Kräuter, Gewürze, klein

pH-Wert	Standortbedingungen stark abhängig von der Pflanzenart
N	grosse Stickstoffgaben unbedingt aufteilen(max.60kgN/ha pro Gabe)
P	kann über 3 bis 4 Jahre in einer einzigen Gabe zugeführt werden.
K	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr
Mg	Düngung vor Beginn des Wachstums im Frühjahr
S	Schwefelentzug beachten

Bericht Bodenprobe Zusammenfassung

Betrieb: Gabriel Reto, Neumatt 187, 4418 Reigoldswil

Auftragsnummer	52400
Auftragsdatum	20.10.2020
Berichtsdatum	30.10.2020

Probe-nummer	Parzelle	Fläche Aren	Bodenart	pH	Messwerte Salz Nmin	Korrekturfaktoren (Seite 2 beachten)												berechneter Faktor		
						AAE10-Methode				H2O10-Methode				CO2-/CC-Methode				Kulturgruppe		
						P	K	Mg	Ca	P	K	Mg	Ca	P	K	Mg		P	K	Mg
301102	Neumatt 1370	10	sh fl.	6.9		1.2	1.0	1.2	C	1.2	1.4	1.5	B					1.20	1.27	1.40
301103	Neumatt 2 994	10	sh fl.	7.5		1.2	0.6	0.8	C	1.2	1.0	1.4	D					1.20	0.87	1.20
301104	Marchmatt 1016	10	sh fl.	6.6		1.4	1.0	1.0	C	1.2	1.4	1.5	B					1.27	1.27	1.33
301105	Schattenmatte 956	27	sh fl.	7.2		1.2	0.8	0.0	C	1.2	1.2	0.8	B					1.20	1.07	0.53
301106	Will 666	7	sh fl.	7.5		0.4	0.8	0.0	C	0.8	1.0	0.8	C					0.67	0.93	0.53

Bericht Düngeempfehlung für die aktuellen Kulturen mit dem kulturspezifischen Korrekturfaktor

Betrieb: Gabriel Reto, Neumatt 187, 4418 Reigoldswil

Auftragsnummer	52400
Auftragsdatum	20.10.2020
Berichtsdatum	30.10.2020

Probe-nummer	Parzelle	Fläche Aren	Kultur	Düngungsnorm (kg/ha)				Korrekturfaktor			Abzug für Ernterückstände Vorkultur (kg/ha)				Düngungsempfehlung (kg/ha)			
				N	P2O5	K2O	Mg	P	K	Mg	P2O5	K2O	Mg	Ernterückstände	N	P2O5	K2O	Mg
301102	Neumatt 1370	10	Kräuter, Gewürze, klein	40	15	60	10	1.20	1.27	1.40					40	18	76	14
301103	Neumatt 2 994	10	Kräuter, Gewürze, klein	40	15	60	10	1.20	0.87	1.20					40	18	52	12
301104	Marchmatt 1016	10	Kräuter, Gewürze, klein	40	15	60	10	1.27	1.27	1.33					40	19	76	13
301105	Schattenmatte 956	27	Kräuter, Gewürze, klein	40	15	60	10	1.20	1.07	0.53					40	18	64	5
301106	Will 666	7	Kräuter, Gewürze, klein	40	15	60	10	0.67	0.93	0.53					40	10	56	5

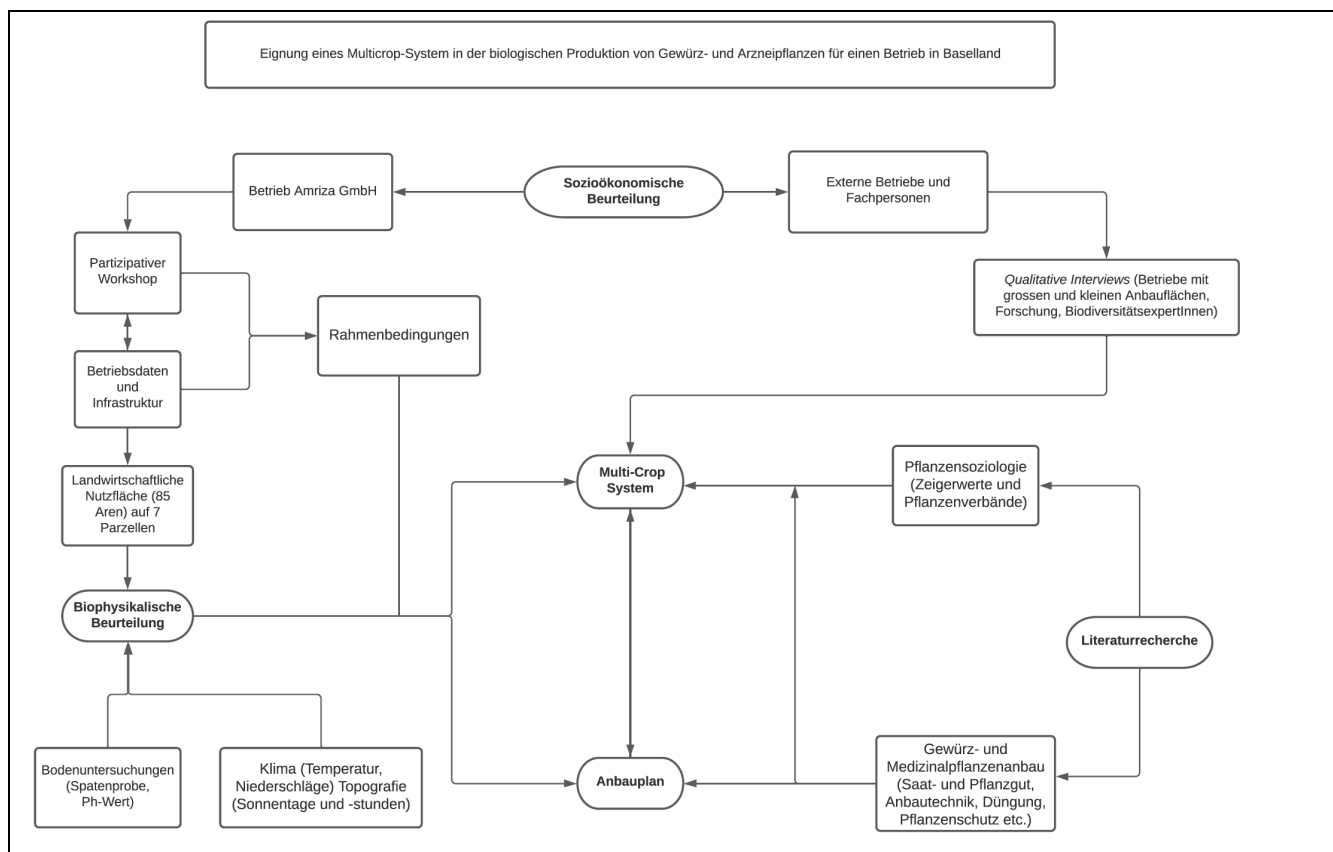
Anhang 9: Aufgabenstellung

Bachelorarbeit		
Studienjahrgang		UI16
Titel		Eignung eines Multicrop-System in der biologischen Produktion von Gewürz- und Arzneipflanzen für einen Betrieb in Baselland
Vertraulich		Nein
Fachgebiet		Hortikultur, biologische Landwirtschaft
Namen	Student	Reto Gabriel
	Korrektor	Mathis Alex
	Korrektorin 2	Julia Lietha

Aufgabenstellung <ul style="list-style-type: none"> • Ausgangslage • Zielsetzungen • Zusätzliche Auftrags-modalitäten 	Ausgangslage <p>Es besteht in der Schweiz eine grosse Nachfrage nach biologischen Kräuter- und Arzneipflanzen. Laut der Interessengemeinschaft von Bio-KräuterproduzentInnen «Waldhofkräuter» und der Forschungsgruppe Beeren- und Medizinalpflanzen von Agroscope in Conthey, gibt es noch keine Forschung und gross angelegte Flächen im Bereich Mischkultur im Gewürz- und Medizinalpflanzenanbau. Gewürz- und Arzneipflanzen werden generell beetweise angebaut. Im Multicrop-System liegen die Chance in der Platznutzung, der Abwehr von Schadorganismen, dem Biodiversitätsmehrwert, dem Nährstoffbedarf und dem niedrigeren Risiko für Folgen des Klimawandels. Die Amriza GmbH baut im Jahr 2021 die zu verarbeitenden Kräuter- und Medizinalpflanzen auf einer Fläche von 40 Aren selbst an. Da eine Anbauplanung noch nicht erfolgt ist und der Betrieb ein Multi-Crop System in Betracht zieht, wird der Rahmen der BA genutzt, um dieses zu entwickeln.</p>
	Zielsetzungen <p>Neben einer Literaturrecherche und Betriebsbesichtigungen, wird in dieser Arbeit eine Anbauplanung gestaltet und diskutiert, welcher die biophysikalischen (Klima, Boden) und sozio-ökonomischen (z.B. Verarbeitung, Infrastruktur, ökologische Ansprüche) Aspekte von einem Betrieb im Baselland berücksichtigt. Der Anbauplan soll sukzessiv modulweise umgesetzt werden können (z.B. Anzahl Mischkulturpartner, Mehrjährige oder ein- zweijährige Kulturen) und ist auf den Beispielsbetrieb abgestimmt.</p>
	Formale Anforderungen <p>Alle relevanten Merkblätter zu studentischen Arbeiten</p>

h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	ac	ad	ae	af	ag	ah	ai	aj	ak	al	am	an	ao	ap	aq	ar	as	at	au	av	aw	ax	ay	az	ba	bb	bc	bd	be	bf	bg	bh	bi	bj	bk	bl	bm	bn	bo	bp	bq	br	bs	bt	bu	bv	bw	bx	by	bz	ca	cb	cc	cd	ce	cf	cg	ch	ci	cj	ck	cl	cm	cn	co	cp	cq	cr	cs	ct	cu	cv	cw	cx	cy	cz	da	db	dc	dd	de	df	dg	dh	di	dj	dk	dl	dm	dn	do	dp	dq	dr	ds	dt	du	dv	dw	dx	dy	dz	ea	eb	ec	ed	ee	ef	eg	eh	ei	ej	ek	el	em	en	eo	ep	eq	er	es	et	eu	ev	ew	ex	ey	ez	fa	fb	fc	fd	fe	ff	fg	fh	fi	fj	fk	fl	fm	fn	fo	fp	fq	fr	fs	ft	fu	fv	fw	fx	fy	fz	ga	gb	gc	gd	ge	gf	gg	gh	gi	gj	gk	gl	gm	gn	go	gp	gq	gr	gs	gt	gu	gv	gw	gx	gy	gz	ha	hb	hc	hd	he	hf	hg	hh	hi	hj	hk	hl	hm	hn	ho	hp	hq	hr	hs	ht	hu	hv	hw	hx	hy	hz	ia	ib	ic	id	ie	if	ig	ih	ii	ij	ik	il	im	in	io	ip	iq	ir	is	it	iu	iv	iw	ix	iy	iz	ja	jb	jc	jd	je	jf	jg	jh	ji	jj	jk	jl	jm	jn	jo	jp	jq	jr	js	jt	ju	jv	jw	jx	jy	jz	ka	kb	kc	kd	ke	kf	kg	kh	ki	kj	kk	kl	km	kn	ko	kp	kq	kr	ks	kt	ku	kv	kw	kx	ky	kz	la	lb	lc	ld	le	lf	lg	lh	li	lj	lk	ll	lm	ln	lo	lp	lq	lr	ls	lt	lu	lv	lw	lx	ly	lz	ma	mb	mc	md	me	mf	mg	mh	mi	mj	mk	ml	mm	mn	mo	mp	mq	mr	ms	mt	mu	mv	mw	mx	my	mz	na	nb	nc	nd	ne	nf	ng	nh	ni	nj	nk	nl	nm	nn	no	np	nq	nr	ns	nt	nu	nv	nw	nx	ny	nz	oa	ob	oc	od	oe	of	og	oh	oi	oj	ok	ol	om	on	oo	op	oq	or	os	ot	ou	ov	ow	ox	oy	oz	pa	pb	pc	pd	pe	pf	pg	ph	pi	pj	pk	pl	pm	pn	po	pp	pq	pr	ps	pt	pu	pv	pw	px	py	pz	qa	qb	qc	qd	qe	qf	qg	qh	qi	qj	qk	ql	qm	qn	qo	qp
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Zusammenfassung	1
Abstract	2
Einleitung	2
Methoden und Materialien	2
Vorgehen (Setting)	2
Literaturrecherche	2
Betriebsbesichtigungen	2
Standortanalyse	2
Biophysikalische Messungen	2
Sozio-ökonomische Beurteilungen / Ressourcen und Bedürfnisse Betrieb	2
Anbauplan	2
Literaturrecherche	2
Arznei- und Gewürzpflanzen	2
Zustand und Entwicklung vom Anbau in der Schweiz	2
Baselland	2
Mischkultursysteme	2
Stärken und Schwächen (Wirtschaftlichkeit, Biodiversität)	2
Pflanzengesellschaften	2
Pflanzenverbände und Zeigerwerte zur Ermittlung der geeigneten Mischkultur	2
(Produktion und Biodiversität)	2
Resultate	2
Betriebsbesichtigungen	2
Standortanalyse	2
Klima und Exposition	2
Biophysikalische Messungen	2
Sozio-ökonomische Beurteilungen, Ressourcen und Bedürfnisse Betrieb	2
Anbauplan	3
Mischkulturpartner	3
Beete und Fruchtfolge	3
Düngung	3
Saat- und Pflanzgut	3
Ausaat und Pflanzung	3
Beregnung	3
Pflanzenschutz	3
Ernte	3
Ertrag und Qualität	3
Diskussion	3
Literaturverzeichnis	3
Anhang	3



Anhang 10: Verfassungserklärung

Erklärung betreffend das selbstständige Verfassen einer Bachelorarbeit im Departement Life Sciences und Facility Management

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert der/die Studierende, dass er/sie die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat. Der/die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt ausgewiesen sind, d.h. dass die Bachelorarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind. Bei Verfehlungen aller Art treten Paragraph 39 und Paragraph 40 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 sowie die Bestimmungen der Disziplinarmassnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Ort, Datum:

Unterschrift:

Reigoldswil, 13.01.2021

[Redacted Signature]